



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

ÚSTAV INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS

OPTIMALIZACE ČINNOSTI MALÉHO PIVOVARU

PROCESSING OPTIMIZATION OF A SMALL BREWERY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MICHAL ZILVAR

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Dr. Ing. DUŠAN KOLÁŘ

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce



22164

Student: **Zilvar Michal**
Program: Informační technologie
Název: **Optimalizace činnosti malého pivovaru**
Processing Optimization of a Small Brewery
Kategorie: Informační systémy
Zadání:

1. Studujte skladové hospodářství, objednávkový systém a výrobní procesy malého pivovaru za účelem podpory a optimalizace provozu pomocí vhodného informačního systému.
2. Navrhněte a detailně rozeberte skladový systém, vazbu na objednávkový systém a výstup pro optimalizaci výrobního procesu spolu s celkovou architekturou informačního systému (uživatelé, role, řešení výjimečných situací, atd.). Návrh diskutujte s vedoucím.
3. Dle návrhu z bodu 2 postupně implementujte skladový systém (včetně všech rolí), dále model výrobního procesu, vazbu na objednávkový systém a finálně i optimalizaci celého procesu. Neopomeňte dobře navrhnout GUI.
4. Po dohodě s vedoucím proved'te verifikaci a validaci výstupu dle návrhu a specifikace z bodu 2.
5. Zhodnoťte svou práci, diskutujte možná rozšíření a změny.

Literatura:

- Výrobní a další klíčové procesy pivovaru v Opočně.
- Programovací jazyky PHP, JavaScript, SQL
- Dle doporučení vedoucího.

Pro udělení zápočtu za první semestr je požadováno:

- První 2 body a část bodu 3.

Podrobné závazné pokyny pro vypracování práce viz <http://www.fit.vutbr.cz/info/szz/>

Vedoucí práce: **Kolář Dušan, doc. Dr. Ing.**

Vedoucí ústavu: Kolář Dušan, doc. Dr. Ing.

Datum zadání: 1. listopadu 2018

Datum odevzdání: 15. května 2019

Datum schválení: 24. října 2018

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na oblast informačních technologií, konkrétně na optimalizaci činnosti výroby prostřednictvím návrhu specifického informačního systému pro minipivovar. Práce je rozdělena do tří částí. První část je zaměřena na studium stávající situace, zejména proniknutí do problematiky a analýzu dat. Druhá část se věnuje návrhu architektury informačního systému na základě požadavků. Třetí část následně implementuje předchozí bod do finálního produktu, jehož nadstavbou je automatizovaný program pro vyhodnocování nejvhodnějších pracovních akcí. Na závěr jsou prezentovány výsledky verifikace a validace a návrh dalších možných rozšíření.

Abstract

The bachelor thesis is focused on the section of information technology, specifically on the processing optimization by an information system design for a microbrewery. The thesis is divided into three parts. The first part is focused on the study of the current situation, especially deep data analysis. The second part deals with designing the information system architecture based on the clients requirements. The third part then implements the previous point to the final product, which is extended by an automated program for evaluating the most suitable work actions. The conclusion is a validation and verification of the final product and suggesting possible extensions.

Klíčová slova

informační systém, optimalizace činnosti, uživatelské rozhraní, databáze, webové nástroje, analýza provozovny, validace

Keywords

information system, optimization, user interface, database, web application, enterprise analysis, validation

Citace

ZILVAR, Michal. *Optimalizace činnosti malého pivovaru*. Brno, 2019. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií. Vedoucí práce doc. Dr. Ing. Dušan Kolář

Optimalizace činnosti malého pivovaru

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana doc. Dr. Ing. Dušana Koláře. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

.....
Michal Zilvar
15. května 2019

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Dr. Ing. Dušanovi Kolářovi za vytvoření individuálního zadání, odbornou pomoc a cenné rady, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům, kteří mne po celou dobu studia a psaní práce podporovali, tolerovali i motivovali. V neposlední řadě patří poděkování Opočenskému Baronovi, který umožnil kompletní analýzu provozu malého pivovaru.

Obsah

1	Úvod	4
2	Studie	5
2.1	Historie vaření piva	5
2.2	Skladové hospodářství	6
2.3	Objednávkový systém	9
2.4	Výrobní procesy	10
2.5	Dostupné systémy evidence	13
2.6	Vyhodnocení	16
3	Návrh	17
3.1	Výčet požadavků	17
3.2	Skladový systém	18
3.3	Objednávkový systém	20
3.4	Napojení skladového a objednávkového systému	23
3.5	Výrobní proces	23
3.6	Uživatelské role	26
3.7	Optimalizátor	28
4	Implementace	30
4.1	Použité technologie	30
4.2	Koncept a integrace	30
4.3	Tvorba databáze	31
4.4	Prvotní prototyp	32
4.5	Grafické uživatelské rozhraní	32
4.6	Skladový systém	34
4.7	Objednávkový systém	34
4.8	Výrovní proces	34
4.9	Optimalizátor	35
5	Verifikace a validace	39
5.1	Testování vývojářem	39
5.2	Uživatelské testování	39
5.3	Test optimalizátoru	44
6	Závěr	48
	Literatura	49

A	Obsah CD	50
B	Entity-Relationship diagram	51
C	Snímek ze systému	53

Seznam obrázků

3.1	ER diagram vstupních surovin	18
3.2	ER diagram víceskladového systému	19
3.3	ER diagram výstupních komodit	19
3.4	ER diagram ostatního zboží	20
3.5	ER diagram kupujících	21
3.6	ER diagram doručovací adresa	22
3.7	ER diagram objednávek	22
3.8	ER diagram napojení objednávkového a skladového systému	23
3.9	ER diagram infrastruktury a pracovních procesů	24
3.10	ER diagram receptury	24
3.11	ER diagram receptury s vazbou	25
3.12	ER diagram simulace vaření	25
3.13	ER diagram uživatelských rolí	26
3.14	ER diagram zámku pro řešení souběhu rolí	28
3.15	ER diagram optimizátoru	29
4.1	Znázornění systému minipivovaru	31
4.2	Algoritmus vstupních surovin	36
4.3	Algoritmus nastavení plánu	37
4.4	Porovnání chybného a efektivně vzbraného zařazení	37
4.5	Návrh binárního stromu větvených doporučení	38
B.1	ER diagram kompletní - levá strana	51
B.2	ER diagram kompletní - pravá strana	52
C.1	Snímek úvodní obrazovky s návrhy akcí a procesem výroby	53

Kapitola 1

Úvod

V posledních letech se v České republice stále více rozmáhá trend malých pivovarů, založených na tradičním způsobu vaření piva. Tyto minipivovary často působí pouze v určité lokalitě a cílí na zákazníky především z blízkého okolí. V mnoha případech se také jedná o podniky provozované ze záliby, případně tradice a jejich primárním cílem tak nemusí být vysoké zisky. Z tohoto důvodu jsou mnohdy odkázány na levné varianty evidenčních systémů, případně nevyužívají systémy žádné. V důsledku tohoto faktu je řízení výroby někdy velice náročné a komplikované. Záchranou jsou stále běžně užívané papírové metody evidence, které jsou však pro tyto situace nedostačující a výroba, včetně ostatních předcházejících a navazujících činností, končí ve zmatku. Každý podnik, který chce dosáhnout požadovaných cílů a výkonnosti, by měl mít zaveden určitý systém, který bude napomáhat za všech okolností k efektivnějšímu hospodaření. Zajistit automatické řízení provozu a rozdělení pracovních úkonů zaměstnanců na základě nejlépe vyhodnocených situací je snem každého podniku.

Cílem bakalářské práce je proniknout do problematiky minipivovarů, studovat jejich výrobní procesy a zaměřit se na vývoj informačního systému, který jejich provozování nejen usnadní, ale také optimalizuje.

Práce je rozdělena do několika kapitol. První část se věnuje podrobnému studiu fungování konkrétního pivovaru za účelem podpory optimalizace provozu, se zaměřením na kompletní rozbor základních systémů. Mezi ty klíčové se řadí skladové hospodářství, jehož smyslem je udržovat ideální zásoby vstupních surovin a kontrolovat trvanlivost finálních produktů, dále objednávkový systém, který je původcem poptávky a na jehož základě je přizpůsobeno vytížení pivovaru. V neposlední řadě se jedná o plán vaření, expedice produktů a samotné výrobní procesy, které jsou ve správném pořadí vykonávány zaměstnanci s cílem dosažení výsledného produktu.

Další část je zaměřena na samotný návrh nového informačního systému, který vychází z provedených studií a požadavků pivovaru s důrazem na přesnost a přehlednost všech evidencí. Postupně jsou odůvodněny relační vazby napříč všemi systémy v databázovém modelu. Navazuje návrh optimalizačního programu, jehož úkolem je vyhledávat neoptimálnější cesty v závislosti na aktuálním a budoucím stavu všech předešlých systémů. V závěru dochází k samotné implementaci a následné prezentaci výsledků verifikace a validace.

Výstupem práce je nový účelný informační systém pro minipivovary, jež umožní náhradu všech stávajících evidencí, a navíc za pomoci navržených optimalizací podpoří činnost minipivovaru řízením pracovních činností zaměstnanců a plánováním další výroby.

Kapitola 2

Studie

“An investment in knowledge pays the best interest.”

Benjamin Franklin

Tato kapitola se zabývá studií činností kraftových pivovarů v České republice. Je věnována zejména skladovému hospodářství, dále objednávkovému systému a výrobním procesům za účelem podpory a optimalizace provozu vyvíjeným informačním systémem. Zdrojem získaných informací je začínající minipivovar, který umožnil podrobnou analýzu všech dat při vaření piva.

Hlavním cílem studie je zjistit, jak současné minipivovary fungují a do jaké hloubky může proběhnout optimalizace ve spojení s informačními technologiemi. Vychází se ze současné situace a poslední část kapitoly je věnována průzkumu systémů, které by pivovar učinily efektivnějším.

2.1 Historie vaření piva

Počátky vaření piva se odhadují na šest až sedm tisíc let před Kristem. V tu dobu se ještě nejednalo o pivo, které je známo v současnosti. Vznikalo experimentováním s kvašeným sladem a výsledný alkoholický nápoj sloužil spíše pro domácí užití a pohostinství.

Jako začátek komerčního pivovarnictví se však považuje dávná Mezopotámie, odkud pochází nejstarší dochovaná zmínka o prodeji piva. Jedná se o jakousi stvrzenku jednoho z nejlepších Sumerských pivovarů, jehož sládkem byl Alulu z města Ur.^[5] Zajímavostí je, že tehdy pivo vznikalo pouze ze sladu a kvasnic. Chmel, který je samozřejmostí v každém současném pivu, je vylepšením v moderní době.

V současné době existuje mnoho velkých pivovarů, které zásobují pivem v globálním měřítku. Zejména ta česká jsou celosvětově uznávaná a oblíbená. Velké pivovary se mnohdy snaží urychlit výrobní procesy, prodloužit dobu trvanlivosti a vyrobit tak maximální objem piva. Přímý zásah do receptury však ohrožuje kvalitu piva nebo zvyšuje výrobní náklady. Zároveň se v České republice rozrůstá síť tzv. kraftových pivovarů. Jedná se o minipivovary, jejichž produkce je značně nižší a jsou vlastněny zejména soukromými osobami. Jsou specifické svým zaměřením na kvalitu piva, speciální druhy a tradiční i netradiční techniky vaření.

2.2 Skladové hospodářství

Skladové hospodářství zahrnuje práci se skladem, operace s uloženými surovinami a jejich distribucí. Systém řízení skladu je jádrem činnosti každého podniku a souvisí se všemi dalšími činnostmi. Nejedná se pouze o vstupní suroviny, ale i o nedokončenou výrobu a výstupní komodity, které vytváří vazbu mezi výrobcem a koncovým zákazníkem.[8] Nejedná se pouze o evidenci skladovaných surovin, ale i manipulaci s nimi.

2.2.1 Manipulace se surovinami

- **Příjem** - objednání, zakoupení nebo převzetí zboží a suroviny. Vstup do evidence a kontrola všech podstatných údajů a trvanlivosti.
- **Uložení** - přemístění suroviny do skladu, změna typu uložení nebo převoz do jiného skladu.
- **Využití suroviny** - využití vstupní suroviny na výrobu produktu. Vstupuje do výrobního procesu a probíhá aktualizace stavu.
- **Kompletace zboží** - výstupní produkt je vyhotoven a připravuje se do finální podoby. Aktualizace skladu hotových produktů.
- **Expedice** - poslední činnost s výstupním produktem. Zpravidla balení, aktualizace záznamů a předání dopravci nebo zákazníkovi.

Skladové hospodářství často využívá metodu FIFO¹, která zajišťuje přednostní využití nejdříve naskladněné suroviny s nejbližším datem spotřeby.

2.2.2 Zásoby

Zásoby jsou ve skladovém hospodářství označením pro všechny suroviny a hotové produkty, které podnik v daný moment vlastní nebo vlastnit bude. Plánování bezpečných zásob je nedílnou součástí pro řízení optimální výroby.[9] Velké skladové zásoby znamenají velké vynaložené náklady na jejich pořízení a jejich kontrola se vzhledem k množství stává obtížnější. Z hlediska ekonomie se nadměrné zásoby označují za plýtvání. Naopak ty malé mohou vést k nedostatku vstupních surovin potřebných k výrobě.

Zásoby lze rozdělit podle několika aspektů. Liší se zařazením ve výrobním procesu, místem uložení nebo plánovanou a možnou dobou uložení.

Řazení z pohledu výroby

- **Vstupní surovina** - materiál, který je potřebný k zahájení nebo v průběhu výrobního procesu.
- **Nedokončená výroba** - surovina v oběhu manufaktury, která není připravena ke kompletaci.
- **Výstupní produkt** - hotový produkt, který je uložen na skladu a připraven ke kompletaci a expedici.

Řazení z pohledu doby uložení

- **Neomezené** - suroviny nepodléhají degradaci vlivem času.
- **Omezené** - týká se většiny materiálů a produktů, které vlivem času zhoršují své kvality a vlastnosti a nemohou být nadále použity.
- **Přechodné** - dočasný typ zásob, které jsou nezbytné pro zajištění základních zásob

¹ FIFO je zkratka z anglického *First In First Out*, česky první dovnitř, první ven

2.2.3 Specifikace skladu

Fyzikální jednotky

Většina vstupních surovin je v pevném skupenství a jejich množství závisí na kapacitě zařízení pivovaru. V případě hektolitrů se jedná o kilogramy s přesností na desetiny. Výjimkou jsou kvasnice, které se poměrově míchají s vodou a jsou počítány v litrech s přesností na centilitry. Další různé suroviny mohou být v pevném nebo kapalném skupenství s menší nebo větší přesností. Ostatní materiály mohou být v kusech.

Kapacita skladu

Pivovary využívají své vlastní i externí sklady. Kapacita z pohledu jednotlivých surovin se liší v závislosti na užívaném množství a měla by převyšovat hodnotu bezpečně plánovaných zásob.

Přeskladnění

Přeskladnění představuje přemístění naskladněných surovin z jedné lokality na jinou. V závislosti na zdrojové a cílové destinaci se dělí na dvě základní kategorie.

- **Vnitroskladový přesun** - Přemístění probíhá pouze v rámci jednoho skladu. Cílem je zlepšit rozložení surovin v lokalitě nebo o uvolnění místa pro další naskladňovanou surovinu.
- **Meziskladový přesun** - V případě, že zdrojová a cílová lokace není shodná, jedná se o meziskladový přesun. Jeho smyslem je zajistit bezpečné zásoby v blízkosti provozovny nebo naopak zásoby v provozovně zmenšit.

Podmínky skladování

V závislosti na druhu materiálu jsou vyžadovány různé podmínky pro uchování. Některé suroviny mohou být uloženy v pokojové teplotě a není zkrácena jejich trvanlivost. Další nemohou na sluneční světlo a jiné vyžadují chlad.

Inventura

Při inventuře probíhá přepočítání všech skutečných materiálů a surovin, které jsou ve skladu k dispozici. Nové hodnoty se mohou lišit s předpokládanými stavů, protože zejména při manipulaci vznikají ztráty.

2.2.4 Vstupní suroviny

V případě výroby existují různé druhy vstupních surovin, které vstupují do procesu a vzniká výsledný produkt. V případě pivovaru se jedná zejména o slad, chmel a kvasnice. Existuje mnoho pivovarů, které experimentují s různými druhy surovin, jako je například chilli, med, aj. Zpravidla jsou veškeré suroviny uloženy v prostorách pivovaru, nebo jeho blízkosti a operuje se s nimi téměř každý den.

Suroviny

- **Voda** - je základní surovinou a nezbytnou součástí každého vaření. Vstupuje do procesu hned na začátku v kombinaci s dalšími ingrediencemi. Tvoří největší část piva a je proto v největším množství. K výrobě se nepoužívá voda balená a z toho důvodu není třeba řídit skladové zásoby. Jedinou komplikací je přerušování dodávky vody.
- **Slad** - vstupuje do výrobního procesu hned na začátku. Uložen v pytlích na skladě a pro přípravu se může využívat mnoho druhů sladů. Zejména tmavší piva vyžadují směs více sladů.
- **Chmel** - spolu se sladem tvoří základ pro vaření. Stejně jako v případě sladu je uložen na skladu v pytlích a využívá se více různých druhů chmele.
- **Kvasnice** - přidávají se do výrobního procesu po vaření. Jsou nezbytnou součástí pro zahájení kvašení.
- **Ostatní** - chilli, med, maliny, aj. Nejrozličnější druhy surovin mohou být přidány v průběhu výroby a vznikají tak speciální ochucená piva.

Obaly

Po dokončení přípravy piva, je-li pivo zralé, je třeba jej stočit do obalů, ve kterých probíhá expedice. Druhy obalů se opět mohou v průběhu provozování pivovaru měnit. Mají různou kapacitu a za některé se vybírá vratná záloha. Stočením se produkt stává kompletním, je připraven k expedici a určuje se datum trvanlivosti podle druhu obalu.

Průsvitné obaly značně snižují trvanlivost piva. Nej náchylnější jsou právě plastové lahve, které propouští nejvíce UV záření a tím se značně zhoršuje kvalita piva. I přesto se jedná o nejdostupnější balení pro běžné spotřebitele. Nejčastěji používaná je vratná skleněná lahev, nicméně zavedení stáčení do skla je obzvláště pro malý pivovar velmi nákladné.

2.2.5 Výstupní komodity

Za výstupní surovinu se považuje finální produkt. U minipivovarů se jedná o pivo stočené v konkrétním obalu. Počtem výstupních produktů je vyprodukovaná kombinace druhů piva a obalů.

Druhy piva

Běžné pivovary pravidelně vaří několik základních druhů piv. Pro zvláštní události občas chystají i různé speciály, které jsou časově omezené. Sortiment studovaného kraftového pivovaru není výjimkou a je tvořen základními čtyřmi druhy spodně kvašeného piva. Ty tvoří základní nabídku a je povinností pivovaru zajistit jejich dostupnost. Dále je sortiment možné obohatit o speciály, které jsou pouze časově omezené.

Trvanlivost

Piva se liší druhem a množstvím vstupních surovin, délkou kvašení a ležení a hlavně mohou mít různou trvanlivost. Vzhledem k tomu, že většina kraftových pivovarů pivo nepasterizuje, je doba trvanlivosti vcelku krátká a může se lišit v závislosti na obalu, ve kterém je uskladněno. Pasterizované produkty vydrží několik měsíců až let, nepasterované v řádech

dnů až týdnů. Některé vstupní suroviny působí i jako přírodní konzervant. Doba trvanlivosti piva je závislá na druhu piva a typu obalu.

2.2.6 Nedokončená výroba

Poslední surovinou je polotovar. Jedná se o materiál, jež koluje ve výrobním procesu podniku a nelze ho ihned expedovat. Vaření piva je časově náročný proces a rozdíl mezi vstupními a výstupními surovinami je připravované pivo. Zároveň má pivovar možnost ponechat a skladovat výstupní surovinu v ležáckých tancích i po dokončení výrobního procesu. V takové situaci již pivo podléhá vnějším vlivům a o prodlouženou lhůtu ležení se zkracuje trvanlivost - pivo degraduje. Navíc kompletně blokuje jiné využití daného zařízení.

2.3 Objednávkový systém

Primárním účelem objednávkového systému je evidovat rezervace komodit v reálném čase. Objednávkou je podnik informován a následně začíná vyřizovat objednávku. V širším pojetí objednávkový systém nezahrnuje pouze možnost rezervace. Je provázán s procesy vyřízení objednávky a výroby i se skladovým hospodářstvím.

Množství vyrobených produktů společností je přímo závislé na poptávce a přijatých objednávkách. Globálně se společnosti snaží přizpůsobit sortiment aktuálním trendům a na základě statistik je nabídka obměňována. Zejména dochází k odstranění nebo nahrazení nejméně prodávaných položek. Cílem sledování a analýzy objednávek v určitém časovém úseku je udržet poptávku a zefektivnit prodeje podniku.[6]

Standardně jsou minipivovary postaveny na nabídce základních druhů piva a dlouhodobě ji nemění. Výroba se přizpůsobuje poptávce a tak některé druhy mají větší, jiné zase menší zastoupení. Výjimečně vstupuje do objednávkového systému pивní speciál, který bývá časově i množstevně omezený. Lze ho považovat za krátkodobé zpestření nabídky pivovaru.

2.3.1 Vliv objednávky na výrobu

Objednávkový systém přímo reguluje velikost výroby minipivovaru. Velké množství zboží skladem signalizuje přebytečnou produkci, jež se nemusí stihnout spotřebovat. Jedná se však o nejrychlejší způsob vyřízení objednávky z pohledu zákazníka. V opačném případě, kdy produkt na skladě není, je třeba vyčkat na dokončení vaření. Jedná se o signál nedostatečné produkce. V extrémním případě zboží nemusí být ani ve výrobě a teprve čeká na zahájení. Standardně se výroba zahajuje až při splnění určitých kapacitních podmínek. Tato varianta souvisí s nedostatečnou poptávkou.

2.3.2 Náležitosti objednávky

Každá objednávka vstupuje do systému jako samostatná jednotka, která nese všechny potřebné náležitosti k její vyřízení. Množství informací je ovlivněno i způsobem vyzvednutí produktů. Jedná-li se o osobní převzetí, evidují se běžně pouze osobní a kontaktní informace a výčet rezervovaných produktů včetně jejich množství. Při zajištění dopravy prodávajícím jsou informace rozšířeny o dodací adresu a zároveň se navyšuje cena dle ceníku dopravce.

2.3.3 Zákon o ochraně osobních údajů

GDPR[2] určuje pravidla pro správu, držení a zajištění bezpečnosti osobních údajů. Rezervační systémy nejsou výjimkou a podléhají tomuto nařízení. Správcem osobních údajů je protistrana, jež osobní údaje uchovává. Fyzická osoba má právo na vyžádání všech spravovaných osobních údajů ve spojitosti se svou osobou. Dále je nutné na požádání údaje odstranit. Správce má povinnost žádosti vyhovět.

2.3.4 Termín vyřízení

Již při vytváření objednávky je vhodné zákazníka informovat o termínu vyřízení. Základní informace sděluje, zda je zboží skladem, či nikoliv. Rozšířením této informace vzniká rozmezí ve dnech, kdy skutečně zákazník zboží převezme, například tři až pět dnů. Termín je určen dle stavu výstupních surovin na skladu, plánu vaření a pořadí rezervace ve frontě dalších zákazníků. Objednávky jsou vyřizovány postupně metodou FIFO v původním pořadí. Jedinou výjimkou může být menší objednávka, která se stále vejde do předchozí várky vaření a tím přeskočí rezervace s větším množstvím produktu.

2.3.5 Stav objednávky

Objednávky lze roztrždit dle pozice ve vyřizovacím procesu. Počáteční rezervaci je přidělen stav evidováno nebo přijato. Nejsou-li všechny produkty na skladě, určuje se stav jako příprava zboží. Při dokončování objednávky se jedná o balení a následně expedici, předání dopravci nebo připraveno k převzetí.

V době mezi zadáním a vyřízením je možnost se informovat o aktuálním stavu. Informace se vyhledávají v evidenci a standardně se odhaduje termín dokončení.

2.3.6 Expedice

Expedice zakončuje celý proces vyřizování objednávky. Na základě přijatých informací existují dvě varianty. Požadoval-li zákazník osobní převzetí, je zabalené a označené zboží umístěno do expedičního skladu. Při dopravě přepravní službou je zboží předáno přepravci se všemi náležitostmi. Do balení se vždy přikládá platná faktura.

2.3.7 Věková hranice

V případě alkoholických nápojů je dle zákonů v České republice nutné provést věkovou kontrolu kupujících. Minimální věk činí 18 let. Pro splnění podmínek však nestačí uvést informaci o zákazu prodeje, ale ověřit věk dle platného dokladu totožnosti. Při osobním předání lze kontrolu provést na místě. U dopravy je nutné vybrat takovou přepravní společnost, která kontrolu osobního údaje provede.

2.4 Výrobní procesy

2.4.1 Systém výroby

Systém výroby stanovuje pravidla pro řízení a koordinaci výrobních procesů. Jeho cílem je zajistit optimální výrobní podmínky, které jsou určeny plánem podniku. Existují základní dva druhy výrobních systémů.

PULL výrobní systém

PULL výrobní systém je ten, který v průběhu produkčního plánu omezuje množství nedokončené výroby. Výrobní linka nebývá maximálně vytížena a produkce je více závislá na velikosti poptávky. PULL systém nezahájí další výrobu, pokud byl naplněn stanovený limit výroby. Tato omezení mohou být i důsledkem nedostatečných skladových zásob nebo nepropracovaného logistického systému.[10]

PUSH výrobní systém

PUSH výrobní systém naopak využívá maximální potenciál manufaktury a neomezuje množství rozpracovaných produktů. Výroba většinou zajišťuje dostatečné zásoby a až následně je produkce poptávána. Manufaktura je přizpůsobena maximální zátěži a systém logistiky je schopen zajistit vše potřebné k maximálnímu běhu výroby dlouhodobě.[10]

Výrobní systém minipivovaru

Výrobní systém minipivovarů nelze jednoznačně přiřadit k systémům výše. Jejich výroba je závislá na poptávce a množství objednávek. Většina kraftových pivovarů je přizpůsobena pro běh s maximálním vytížením a to dostatečnou pracovní silou, systémem logistiky i přizpůsobenou odpovídající onfrastrukturou.

Je-li poptávka malá, výroba se značně omezuje, aby nevznikaly velké zásoby na skladu. V takovém případě výrobní systém odpovídá PULL systému. Naopak při neustálé poptávce se produkce maximalizuje a jedná se o PUSH systém. Hlavními omezujícími faktory je doba trvanlivosti nepasterizovaného piva. Minipivovary si nemohou dovolit skladovat produkty s krátkou dobou spotřeby.

2.4.2 Základní fáze přípravy piva

- **Vaření** - jedná se o počáteční činnost, při které se vaří vstupní suroviny - voda, slad a chmel. Některé druhy piva mohou vyžadovat i více druhů surovin. Tento proces zaměstná obsluhu na celý den a nelze kombinovat s dalšími činnostmi.
- **Kvašení** - navazuje na vaření. Pivo se spolu s kvasnicemi umístí do kvasné kádě a nechává se kvasit po několik dní.
- **Ležení** - finální fáze přípravy. Pivo se nechává v uzavřené nádobě, nejčastěji ležáckém tanku, ležet po dobu několika týdnů až měsíců.
- **Stáčení** - jedná se pouze o doplňkový proces, při kterém se vyprazdňuje ležácký tank a pivo je stáčeno do obalů k tomu určených. Vzniká výstupní surovina.

2.4.3 Infrastruktura

Žádný podnik se neobejde bez svého vybavení a pivovary nejsou žádnou výjimkou. Níže je výčet základní infrastruktury konkretizované na studovaný pivovar.

- **Varna** - slouží k započetí procesu vaření. Zde probíhá příprava směsi vody, sladu a chmele.
- **Kvasná kád'** - využívá se pouze na kvašení, které probíhá průměrně sedm dní dle druhu piva a kvality kvasnic. Doba kvašení se může lišit.

Zařízení	Kapacita	Množství	Výrobní procesy	Poznámka
Varna	500 l	1 ks.	vaření	až 2 várky denně
Kvasná kád'	1.000 l	2 ks.	kvašení	průměrně 7 dní
Ležácký tank	1.000 l	5 ks.	ležení, kvašení, stáčení	průměrně 28 dní
Stáčecí tank	1.000 l	1 ks.	ležení, kvašení, stáčení	lze stočit za den

Tabulka 2.1: Přehled všech zařízení v pivovaru

- **Ležácký tank** - zde se pivo umísťuje na časově nejnáročnější proces a to je ležení piva. V průměru trvá 28 dní u základních druhů. Speciální druhy piva mohou vyžadovat větší dobu ležení a to až několik měsíců. Zároveň některé tanky mají variabilní objem a umožňují snížit kapacitu. Lze je využít i jako kvasné tanky, nicméně po skončení kvašení je nutné kvasnice odstřelit² a pivo přecedit do dalšího ležáckého tanku.
- **Stáčecí tank** - primárně slouží pouze ke stáčení piva. Mohou zastoupit všechny funkce ležáckého tanku.

2.4.4 Receptura

Každý druh piva se liší svojí recepturou. Jedná se o jinou dobu ležení, množství a druh surovin nebo zcela odlišné výrobní postupy. Standardní výrobní procesy, které jsou základem přípravy piva, však zachovávají své pořadí. Do receptury mohou vstoupit i experimentální praktiky, kterým se meze nekladou. Zejména pak vznikají pivní speciály.

V případě minipivovarů lze občas zasáhnout do receptury již běžně distribuovaného piva. Důvodem může být zlepšení chuti, změna dodavatele surovin nebo například pasterizace. To ovlivní všechna budoucí i stávající vaření.

Receptura je zároveň jádrem pro tvorbu pracovních úkonů a delegaci činností. Na jejím základě vzniká harmonogram pro jednotlivé zaměstnance, podle kterého vykonávají činnost. Důraz je kladen na dodržování termínů. Díky znalosti kompletního výrobního procesu je možné plánovat dopředu.

Varné listy

Jakákoliv připravená várka piva musí mít evidovaný svůj varný list. Jedná se o zápis všech úkonů, stavů a měřených dat z průběhu vaření. Slouží zejména pro kontrolu vaření, zpětné dohledání informací a v případě kontroly státních úřadů se předkládají. Práce s varným listem je spojena s každým provedeným úkonem v pivovaru.

2.4.5 Řešení havárií

Každý podnik se setkává s potížemi při výrobě. Jedná se o pochybení zaměstnanců a ovlivnitelné nebo neovlivnitelné vnější jevy. Pivovar samozřejmě není výjimkou a nejčastější komplikací může být porucha čerpadla, přerušení dodávky vody nebo výpadek elektřiny. Vážnější havárie mohou mít za následek dočasné zastavení výroby nebo kompletní zrušení jedné nebo více várek piva. V takových případech se musí objednávky přesunout do dalších vaření. Dostupnost se oddaluje.

² Odstřelení kvasnic znamená odpuštění usazenin.

Chladicí systém

Nejdůležitějším faktorem při vaření a skladování piva je fungující chladicí systém. Pivo vyžaduje stálou nízkou teplotu. Proto byly dřívější pivovary stavěny ve sklepeních, která zajišťovala přirozené chladné prostředí. Většina moderních minipivovarů jsou nadzemní budovy a nemají možnost vařit a skladovat v podzemních prostorách. Jsou přímo závislé na chladicích systémech, které pivu zajistí ideální teplotu.

Není-li pivovar schopen udržet ideální teplotu, je pivo ve velkém ohrožení. Taková situace může nastat při poruše chladicího systému nebo například při výpadku elektrické energie. V závislosti na délce poruchy mohou vzniknout kritické až likvidační škody.

Přerušení dodávky vody

Přerušení dodávky vody není pro pivovar tak závažný problém. V případě těch předem hlášených je pivovar schopen se přizpůsobit a dovolují-li to podmínky, může si vytvořit rezervní nádrž v ležáckých tancích. Pokud dojde k neočekávanému přerušení dodávky a pivovar nemá vodu v zásobě, je omezen prvotní proces vaření. Termín počátku přípravy se oddaluje maximálně o několik dní a vznikají minimální škody.

2.4.6 Systém práce

Systém práce je přímo závislý na počtu zaměstnanců. Některé minipivovary dokáže obsluhovat pouze jeden člověk, jiné mohou vyžadovat dva nebo i více zaměstnanců. V případě většího počtu obsluhy je nezbytný jednotný systém práce.

Základní povinností je evidence všech informací o provedených pracovních úkonech, mezi které patří zejména přijaté nebo vyřízené objednávky, změny stavu skladu, postup při vaření, aj. Pro správné fungování je třeba více systémů evidence. Například skladník využívá evidenci skladu a sládek evidenci vaření.

2.5 Dostupné systémy evidence

Systémy evidence jsou nejdůležitějším prvkem pro správné fungování každého podniku. Jejich účelem je udržovat a reprezentovat informace, které uživatel může odstraňovat, upravovat a přidávat. Velkou roli při výrobním procesu hrají termíny a systémy evidence mají za úkol je připomenout a pomoci zaměstnanci s jejich splněním. V případě minipivovaru je nejdůležitější správa skladu, objednávek, výrobních procesů a dodržování dob trvání postupů. Tak jako všechny dílčí úkony tvoří fungující pivovar, všechny podsystémy evidence vytvářejí celkový systém provozovny.

2.5.1 Papírová metoda

Jedná se o nejstarší, nejjednodušší a nejlevnější metodu. Samá **nej** se zdají být velmi přesvědčivá. Spousta podniků stále využívá papírovou metodu a v jednoduchých případech je také velice efektivní. Problém nastává při velkém množství informací, jež jsou vzájemně provázány. S čím větším množstvím dat tato metoda pracuje, tím více se stává časově náročnou.

V rámci minipivovaru jsou v podstatě zapotřebí tři evidence. Jedna kniha na skladové hospodářství, další na objednávkový systém a třetí na výrobní procesy. V rámci jednotlivých

evidenci je nezbytné dodržovat shodný styl zápisu. Porušení tohoto pravidla vede k narušení systému.

Samostatně papírové systémy fungují výborně. Určené osoby se starají pouze o své evidence a drží je v naprostém pořádku. Problém nastává ve chvíli, kdy je třeba hledat informace skrz propojení těchto systémů. Například sládek potřebuje zjistit, zda je skladem dostatek vstupních surovin na vyřízení všech objednávek. Do řešení vstupuje kombinace všech tří položek a dopátrat informací je extrémně těžké.

Výhody	Nevýhody
minimální až nulové náklady	chybí automatické připomínání termínů
zápis všech dat	absence časové osy
nezávislost na technice	nepřehledné pro další osoby
	nutnost jediného originálu
	vyhledávání informací
	neumožňuje omezený přístup pro ostatní

2.5.2 Microsoft Excel

Microsoft Excel je počítačová tabulková platforma z rodiny Office, jež nahrazuje papírovou metodu svojí elektronickou podobou. Jedná se o zcela univerzální program, ve kterém lze vytvořit jakýkoliv systém. Umožňuje stejné funkce jako metoda výše a navíc dokáže promítat data do grafů. Lze pak vygenerovat i časovou osu. Pomocí filtrů je možné vyhledávání konkrétních informací, což značně urychlí většinu činností. Navíc oproti papírové metodě nabízí práci s dokumentem ve sdílené podobě mezi více uživateli.

Problematiku s provázáním systémů lze do určité míry řešit. Složitější struktury pak vyžadují náročnější logické instrukce a jejich vytvoření nemusí být pro běžného uživatele jednoduché.

Výhody	Nevýhody
minimální až nulové náklady	chybí automatické připomínání termínů
zápis všech dat	nemusí být přehledné pro další osoby
přístup více uživatelů	závislost na technice
tvorba časové osy	složitě vyhledávání souvislostí
vyhledávání informací	neumožňuje omezený přístup pro ostatní

Připomínání termínu je možné realizovat prostřednictvím SMS služby. Systémy spousta velkých společností jsou založeny na platformě Excel a využívají upomínek a urgentních sdělení pomocí textových zpráv.

2.5.3 Kalendáře a plánovače

Další metodou je využití elektronického kalendáře nebo plánovače, jako je například Google Kalendář, nebo jiného plánovače. Tento typ služeb umožňuje zápis i opakujících se termínů a automaticky je připomíná formou notifikací nebo e-mailů. Zároveň je většinou možné sdílení mezi více uživateli.

Na druhou stranu, nejedná se o plnohodnotné evidence informací, a proto by bylo užítí kalendáře nebo plánovače pouze jako doplňující metoda. Využívání více systémů najednou je většinou jen dočasné řešení, které může přinést chaos.

Výhody	Nevýhody
minimální až nulové náklady	neslouží jako databáze informací
tvorba časové osy	obtížný zápis a hledání dat
automatické připomenutí termínů	spíše jako doplňující systémy
přístup více uživatelů	neumožňují omezený přístup pro ostatní

2.5.4 Univerzální podnikový software

Univerzální podnikový software je zaměřen na řešení evidencí a systémů nejrůznějších podniků. Tyto programy jsou velmi flexibilní a mohou zajistit většinu potřebných funkcí. Příkladem takového univerzálního software je Helios.[4] Jedná se o multifunkční informační systém, který lze přizpůsobit téměř každému podniku. Díky globálnímu nasazení je značně snížena pořizovací cena oproti účelně stvořenému systému. Vzhledem k cíli vyhovět všem potřebám však program může ztratit přehlednost. Většina z obrovského množství funkcí nemusí být nikdy zapotřebí a zhoršuje efektivní používání programu. Zároveň je ve většině případů problém s přenositelností dat, protože se až na pár výjimek jedná o lokální programy. Jsou závislé přímo na jednom zařízení a dvě zařízení nemohou pracovat současně se stejnými daty.

Výhody	Nevýhody
nižší pořizovací náklady	zbytečně moc funkcí
zajištění všech potřebných funkcí	nepřehlednost
vyhledávání a evidence dat	závislost na jednom zařízení
možnost fakturace	zaučení trvá dlouho

Tento software však neřeší vyšší úroveň řízení podniku. Umožňuje data evidovat a spravovat, prezentuje informace uživateli, ale neumožňuje vyhodnocování a předvídání situací.

2.5.5 Návrh účelného informačního systému

Návrh účelného systému přináší možnost splnit všechny požadavky. Takový informační systém díky specifikacím zajišťuje všechny potřebné funkce a je ho možné uplatnit pouze na stejnou nebo podobnou problematiku.

Velkou nevýhodou je dlouhý vývojový proces, který se tak stává velmi nákladným. Pokud však navržený systém dokonale koresponduje s problematikou podniku a plní všechny funkce efektivně, je i přes velké počáteční náklady pro společnost nejlepší.

Výhody	Nevýhody
přesně odpovídá všem požadavkům	vyšší pořizovací a provozní náklady
prostor k optimalizaci činnosti	časově náročný vývoj
kdykoliv je možné přidat nové funkce	
inovativní řešení a přidaná hodnota	

2.6 Vyhodnocení

Jakýkoliv systém je základním stavebním kamenem pro fungování provozovny. Vzniká-li nová společnost, vždy musí nějakým systémem začít dle možností. Vylepšení mohou přijít později. Mimo to, každý systém evidence má svá pozitiva i negativa a nelze jednoznačně určit, který je ten nejvhodnější.

V případě rozšíření funkce systému o možnost optimalizace provozu se dostává do výhody účelně navržený informační systém. Ten nejen splňuje všechna stávající kritéria, ale je možné ho upravovat a nové funkce přidávat postupem času. Z pouhého systému evidence se tak může stát chytrá jednotka, která bude situace předvídat, vyhodnocovat a navrhnout efektivnější řešení při řízení výroby.

Kapitola 3

Návrh

Návrh vychází ze studie činnosti malého pivovaru v kapitole 2 (Studie). Pro vytvoření modelu databázového systému byla využita webová aplikace ERDPlus[3]., která umožňuje pracovat s entitami a atributy relačního modelu databáze. Skrz ERDPlus lze zároveň nastavit datové typy, klíče a referenční entitní omezení a následně z modelu vygenerovat SQL kód pro nastavení databáze. Další funkce, jako jsou například trigger, je vždy nutné naprogramovat samostatně.

Model databáze vyžaduje, vzhledem k množství nabalujících se požadavků, mnoho entit. Mezi nejdůležitější entitní množiny patří skladové hospodářství, objednávkový systém, výrobní proces a uživatelské role.

3.1 Výčet požadavků

Jedná se o rozšířené požadavky, které vznikaly postupně při vývoji. Na začátku existoval požadavek uživatelského rozhraní, receptury, vaření, objednávkového systému a správy administrátorů. Ty byly postupně rozšířeny o další nové funkce.

1. **Uživatelské rozhraní** - možnost se připojit odkudkoliv a z jakéhokoli zařízení. Využívání notebooku, telefonu a tabletu. Jednoduché a rychlé.
2. **Skladové hospodářství** - zadání, úprava a mazání vícero surovin. Mohou se lišit v kapacitě skladu a fyzikálních jednotkách. Nutnost popisku s umístěním suroviny, úprava stavů dle inventury a možnost rychlého naskladnění.
3. **Pivo** - vytvoření, úprava a odstranění druhů piva. Přidání náhledového obrázku, úprava ceny a trvanlivosti v jednotlivých obalech. Některá piva mohou být i neprodejná a ty se nezobrazují v e-shopu. Zároveň provázání s webovou stránkou a výběr těch druhů, které se budou zobrazovat na titulní stránce.
4. **Receptura** - úprava receptury u každého druhu piva. Liší se v množství a druhu surovin, době trvání procesů a užitých technologiích. Přidání popisku jako vysvětlení nebo poznámka.
5. **Obaly** - přidání, úprava a mazání obalů. Každý z obalů se může lišit v kapacitě s přesností na centilitry. Sudy pak například mají vratnou zálohu, se kterou je třeba počítat v kupní ceně. V případě stočení do vlastního sudu se platí poplatek za vymytí sudu.
6. **Infrastruktura** - možnost přidání nových zařízení, např. při koupi nového tanku. Zařízení se mohou lišit v ka-

pacitě. Obsazenou infrastrukturu nelze využít jiným procesem. Úprava pořadí, názvu a popisu.

7. **Výrobní procesy** - každé zařízení musí mít přiděleno výrobní procesy, které v něm lze vykonat. Některé činnosti zatíží obsluhu i na celý den a ta nezvládne více činností. Možnost přidání dat a poznámek do receptury.

8. **Vaření** - začít vařit nový druh, postupovat dle receptury a zaznamenávat odchylky. Může se využít jiné množství surovin a zkrátit nebo prodloužit dobu trvání. Možnost přidat komentář ke každému kroku a zaznamenávat časy začátku a konce dílčích postupů. Dále evidovat aktuální množství.

9. **Sklad piva** - přehled připraveného piva, možnost jej distribuovat. Kontrola data trvanlivosti a vyhledání, ve které várce bylo pivo uvařeno.

10. **Objednávkový systém** - možnost objednání pro registrované i neregistrované uživatele. Navíc kontrola minimálního věku 18 let a odhad, kdy bude pivo připraveno k expedici.

11. **Správa uživatelů** - zejména úprava základních údajů a správa osobních údajů dle zákona o ochraně osobních údajů - export a mazání. Dohledávání objednávek a změna stavů.

12. **Marketingové předměty** - formou produktů v e-shopu přidávat, upravovat a mazat další předměty. Možnost náhledového obrázku a úpravy ceny a popisku. Nastavení, zda je prodejné a výběr pro zobrazení na titulní stránce webu.

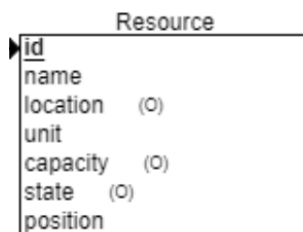
13. **Uživatelské role** - přidávání a správa uživatelských rolí. Přidělování funkcí a přístupových práv, např. skladník nemůže měnit receptury. Úprava základních údajů a možnost sledování poslední aktivity.

3.2 Skladový systém

Návrh skladového hospodářství je rozdělen do tří částí. Systém vstupních a výstupních surovin je navržen níže a nedokončená výroba je součástí návrhu výrobního procesu (viz. sekce 3.5).

3.2.1 Vstupní suroviny

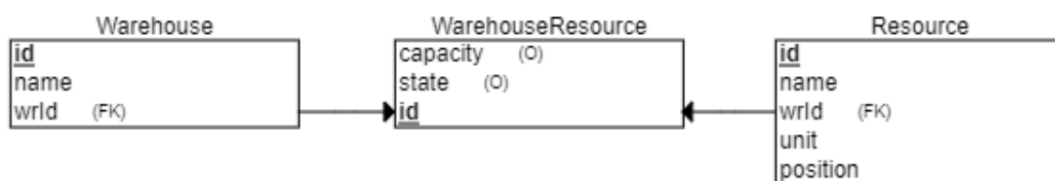
Při analýze vstupních surovin byl vyvozen závěr, že musí být adaptivní na všechny druhy komodit. Nejedná se pouze o evidenci stávajícího množství, maximální kapacity a umístění ve skladu. Pro správnou funkci návrh počítá s upřesněním měrných jednotek surovin.



Obrázek 3.1: ER diagram vstupních surovin

Lokalita (**location**) může nabývat nulových hodnot, nechce-li uživatel evidovat umístění suroviny. V případě kapacity (**capacity**) se pak jedná o nekonečné množství a zároveň se nevyměřuje aktuální stav. Jedná se o neomezený zdroj, jako je například voda. Atribut **position** se vyskytuje ve více entitách a slouží pro určení pořadí položky.

Minipivovary obecně nepracují s velkým množstvím surovin a proto byla vyhodnocena tato varianta jako nejvhodnější a nejjednodušší. Různé sklady lze vyspecifikovat názvem suroviny. V případě podpory víceskladového systému by byl model rozšířen o entitu **Warehouse** představující sklad. Každá surovina by pak byla cizím klíčem přiřazena ke skladu. U výskytu jednoho druhu surovin ve vícero skladech by byla vyžadována další entita **WarehouseResource**. Výroba využívá suroviny pouze z předem stanoveného lokálního skladu.

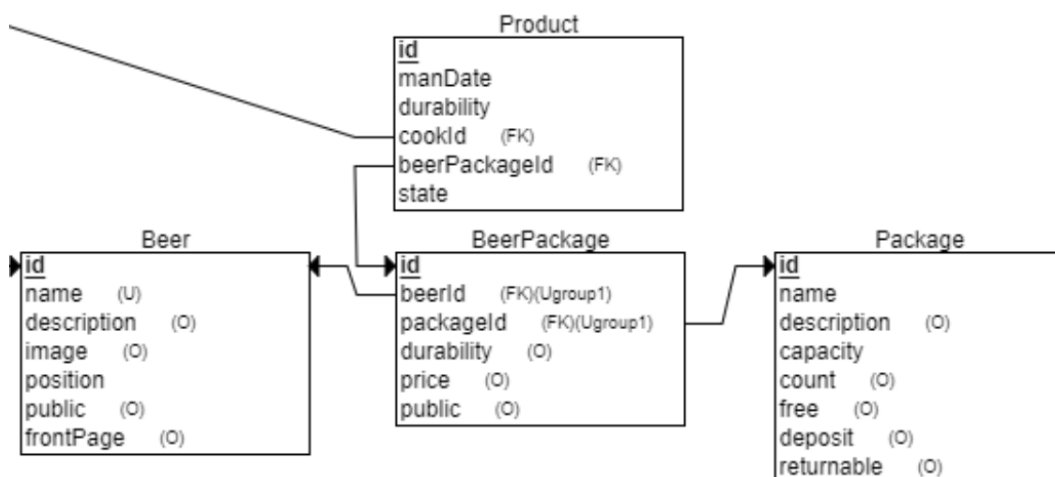


Obrázek 3.2: ER diagram víceskladového systému

Zajištění dostatečných zásob v místě provozovny má na starost skladník. V případě víceskladového systému se musí dlouhodobě plánovat se stavy ve všech skladech včetně přemístění. Výroba však využívá pouze suroviny dostupné v lokálním skladu. Dostatečné množství celkových zásob a nedostatečný stav v lokálním skladu omezují výrobu.

3.2.2 Výstupní komodity

Výstupní komoditou je pivo. Standardně by jej skladové hospodářství počítalo v litrech. Na rozdíl od vstupních surovin je však pivo umístěno v různých obalech. Výsledným produktem proto není pivo, ale balení daného druhu piva.



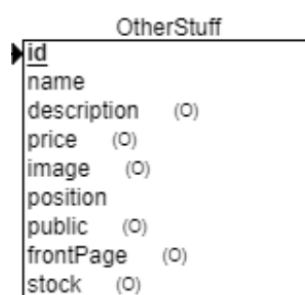
Obrázek 3.3: ER diagram výstupních komodit

Základní entitu druhu piva představuje **Beer**. Atributy udávají hlavní specifikaci piva a nijak neovlivňují další systémy. Minipivovar pracuje s různými druhy a obaly. Pro kon-

krétní typy balení slouží **Package**. Opět zastává stejnou funkci a záznamy definují základní vlastnosti obalů napříč celým systémem. Entita **BeerPackage** vyjadřuje přiřazené obaly ke konkrétním druhům piva. Například jeden typ využívá pro velký zájem všechny obaly, druhý se stáčí pouze do sudů. K tomu je informace rozšířena atributem **durability**, jehož hodnota vymezuje dobu trvanlivosti konkrétního piva v daném obalu. Stejně tak **price** slouží pro určení ceny. Finálním výstupem výrobního procesu je entita **Product**, jejíž n-tice představují konkrétní produktové jednotky. Nesou informace o výrobě a mají stanovený termín trvanlivosti. Z hlediska skladového hospodářství je nejdůležitější právě poslední entita, s jejíž záznamy systém pracuje.

3.2.3 Ostatní zboží

Nabídku minipivovarů mnohdy obohacují reklamní předměty. Ty jsou považovány pouze za doplňující produkty a i u nich je třeba vést skladové hospodářství. V případě marketingových položek však do systému vstupují již jako finální produkty. Zpravidla se jedná o překupované či na zakázku vyrobené předměty.



Obrázek 3.4: ER diagram ostatního zboží

Pro tyto účely byla navržena jedna univerzální entita, jejíž záznamy uchovávají základní informace o ostatních produktech. Toto zboží je v celých kusech a skladové hospodářství nepracuje s maximální kapacitou. Důvodem je, že se jedná o podpurné předměty, které nemají časově omezenou trvanlivost a zásoby se obnovují jen při nedostatku zboží.

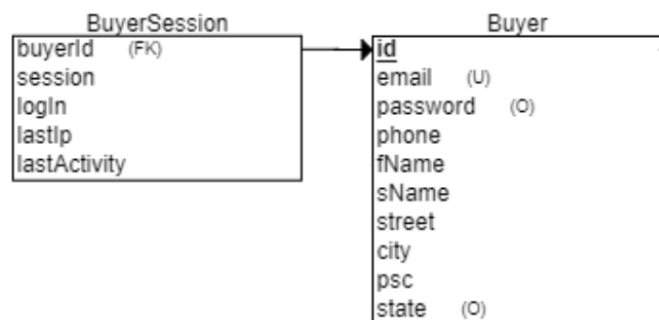
V sekci 2.2.2 (**Zásoby**) byly vysvětleny základní principy fungování zásob. Provoz pivovaru není postaven na překupování zboží. Naskladňování probíhá pouze v případě, že aktuální stav (atribut **stock**) se blíží nule.

3.3 Objednávkový systém

Objednávkový systém zahrnuje systém kupujících, objednávek a nákupních seznamů. V návrhu je k udělena možnost vytvářet rezervace registrovaným i neregistrovaným uživatelům. Objednávka pak sestává z jednoho až mnoha produktů, které tvoří nákupní seznam.

3.3.1 Systém kupujících

Na kupující se pohlíží jako na registrované a neregistrované uživatele, kteří vytvoří rezervaci. Jimi vyplněné osobní údaje jsou klíčem k vyřízení objednávky. V případě neregistrovaných uživatelů systém eviduje pouze osobní údaje a adresu. Pro registrované uživatele je model rozšířen o přihlašovací systém.



Obrázek 3.5: ER diagram kupujících

Neregistrovaný uživatel

Neregistrovaný uživatel vytváří záznam pouze z osobních údajů. V entitě se rozpozná podle hodnoty atributu **state** a zároveň heslo nabude nulové hodnoty.

Neaktivovaný uživatel

Registrace je navržena s potvrzením prostřednictvím e-mailu. Neaktivovaný účet je odlišen opět hodnotou atributu **state** a navíc v atribut **password** obsahuje ověřovací kód. Pomocí odkazu v obdrženém e-mailu proběhne kontrola ověřovacího kódu a v případě správnosti se vytváří heslo.

Registrovaný uživatel

K registraci je navíc prostor pro uložení přihlašovacího hesla. Uživatel se přihlašuje užitím e-mailové adresy a hesla, se kterým návrh pracuje pouze v zašifrované podobě.

Šifra Blowfish

Blowfish je šifrovací metoda, která je navržena pro tento případ a ihned po zadání hesla dochází k zašifrování. Jedná se o symetrickou blokovou šifru, která vyřazuje již nedostatečné šifrovací metody. Z pohledu bezpečnosti se nahlíží na rychlost šifrování, délku šifry a počtu provedených iterací. Blowfish by měl být v současnosti považován za minimální bezpečnostní standard. Metody jako **DES** nebo **MD5** již nesplňují základní bezpečnostní prvky obzvláště délkou výstupu. Jsou mnohem náchylnější na hrubé metody prolomení.[7]

Čím lepší šifrování, tím větší bezpečnost. Ačkoliv se Blowfish spolu s SHA-256 považuje za minimum, v tomto případě vyhrálo pouze z důvodu rychlosti.

Přihlašovací relace

Entita **BuyerSession** slouží k ověření aktivní relace. Po přihlášení se vytvoří záznam o relaci s vygenerovaným označením relace a uživateli se uloží hodnota prostřednictvím cookies. Při jakémkoliv úkonu je ze všeho nejdříve provedena kontrola tím, že se porovnávají data z prohlížeče s daty v databázi. Nesouhlasí-li označení relace, je zřejmé, že se nejedná o legitimní přihlášení. Případně uživatel mohl vymazat soubory cookies. To vede k okamžitému odhlášení ze systému a přesměrování na přihlašovací obrazovku.

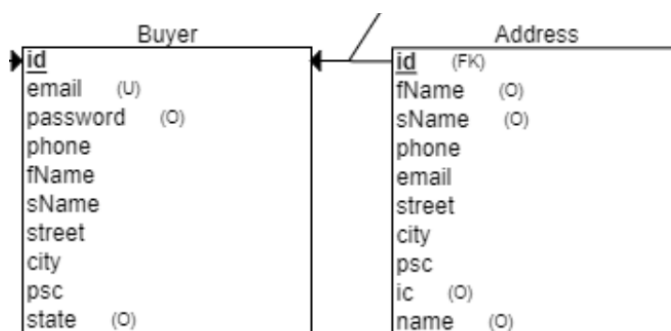
Dále uživatelská relace zachovává údaje o IP adrese v době přihlášení a čas poslední aktivity. Dojde-li ke změně této adresy, z důvodu bezpečnosti dochází znovu k odhlášení.

Taková situace by mohla nastat při získání dat z prohlížeče oběti. Útok a následné zneužití účtu by bylo možné pouze ze stejné IP adresy spolu se získáním souborů cookies. Takovou situaci si lze představit například na veřejných přístupových bodech k internetu.

Poslední bezpečnostní součástí je automatické odhlašování při nečinnosti. Limit je stanoven na jeden den. Při probíhající kontrole správnosti údajů se zároveň aktualizuje hodnota poslední aktivity.

Dodací adresa

U objednávek zároveň platí, že adresa kupujícího nemusí být shodná s adresou doručovací. Rozšířením entitou **Address** vzniká možnost přidání jiné doručovací adresy, než má kupující.

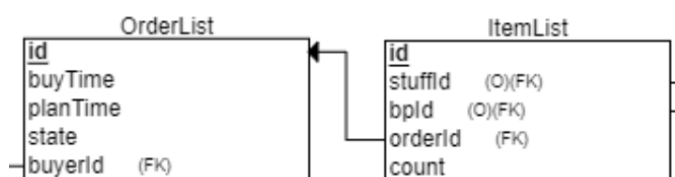


Obrázek 3.6: ER diagram doručovací adresa

V případě doručení pro fyzickou osobu se eviduje jméno (**fName**) a příjmení (**sName**). U firmy to je identifikační číslo obchodníka (**ic**) a název společnosti (**name**).

3.3.2 Systém objednávek a položek

Návrh systému objednávek a seznamů položek je jádrem k fungování celého systému. Vytvoření rezervace je podmíněno alespoň jednou položkou a maximální množství není omezeno. Jedna objednávka může sestávat z nespočtu kombinací produktů v různém množství a zadání provádí kupující dle dostupných možností.



Obrázek 3.7: ER diagram objednávek

Samotnou objednávku definují hodnoty v entitě **OrderList**. N-tice je přiřazena vždy pouze jednomu kupujícímu a obsahuje základní údaje jako jsou čas zakoupení, odhadnutý termín dokončení a aktuální fáze.

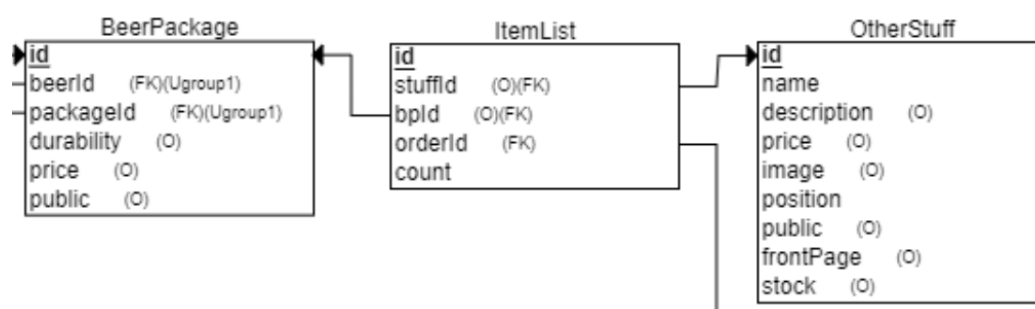
Seznam položek se na objednávku napojuje prostřednictvím **OrderItem**. Každý záznam vyjadřuje jeden druh zboží. Vždy je nenulová hodnota atributu piva (**bpId**) a nulová

hodnota atributu ostatního zboží (**stuffId**) nebo opačně. Nikdy nejsou povoleny obě hodnoty nenulové ani nulové.

3.4 Napojení skladového a objednávkového systému

V této fázi návrhu jsou oba systémy schopny pracovat téměř samostatně. Vzájemně se propojují až seznamem položek v objednávce.

Klíčové je pochopit, že si kupující neobjednává výsledný produkt. V běžných systémech evidence by rezervace odkazovala na entitu **Product**, stejně jako v případě **OtherStuff**. Nicméně takový systém by byl funkční pouze v případě, že by pivo bylo skladem. V opačném případě by objednávka nebyla realizovatelná. Zároveň si neobjednává ani pivo, které samostatně není výstupní komoditou systému.



Obrázek 3.8: ER diagram napojení objednávkového a skladového systému

Podstatou objednávky je produkt utvořen z balení piva. Kupován je sud nebo lahev určitého druhu piva. Proto je v tuto chvíli objednávka navázána na entitu **BeerPackage**, protože tento meziprodukt je předmětem rezervace.

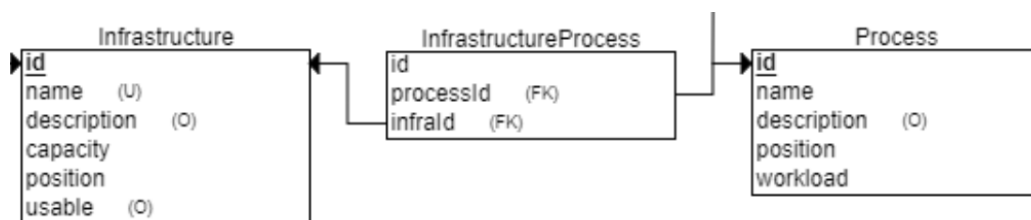
Finální produkt představuje kompletované zboží, které je expedováno. V případě jeho naskladnění vzniká možnost objednávku expedovat.

3.5 Výrobní proces

Výrobní proces slouží k přeměně vstupních surovin na výstupní komodity a definuje časový harmonogram pivovaru. Návrh je složen opět z několika částí, aby byl flexibilní a bylo možné data upravovat. Základem jsou dostupná zařízení pivovaru a konkrétní výrobní postupy. Na jejich základě je možné postavit recepturu každého druhu piva. Samotný proces vaření se pak přizpůsobuje právě receptuře vybraného druhu piva. Aktivně probíhající příprava je ve spojitosti se skladovým systémem považována za nedokončenou výrobu.

3.5.1 Infrastruktura a pracovní postupy

Soubor všech dostupných zařízení je navržen v rámci infrastruktury. Jednotlivé fáze přípravy piva jsou pracovními procesy.



Obrázek 3.9: ER diagram infrastruktury a pracovních procesů

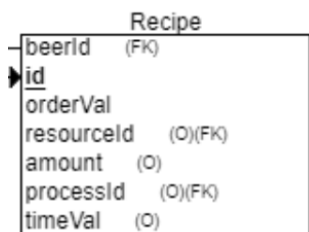
Entita **Infrastructure** je navržena tak, aby obsáhla všechna možná zařízení pivovaru. Základní údaje jsou zde rozšířeny o atribut **usable**, který slouží k vyřazení daného zařízení z výroby. V případě řešení krizových situací právě tento příznak ovlivní dostupnost tohoto zařízení.

Záznamy **Process** jsou jednotlivými fázemi přípravy piva, mohou a nemusí být závislé na čase. Do těchto procesů se bude řadit například ležení, viz 2.4.2 (Základní fáze přípravy piva). Hodnota atributu **workload** vyjadřuje časovou náročnost obsluhy při vykonávání dané činnosti. Tato funkce se využije při počáteční fázi vaření, protože sládek nemůže vykonávat další činnosti. Stojí za povšimnutí, že zde časová náročnost není definována. Pro jednotlivé druhy piva se může lišit, a proto musí být až součástí receptury.

Ze studie v bodě 2.4.3 (Infrastruktura) také vyšlo najevo, že některá zařízení umožňují kombinovat více pracovních postupů. Aby zařízení mohla získat podporu fází vaření, párují se v entitě **InfrastructureProcess**.

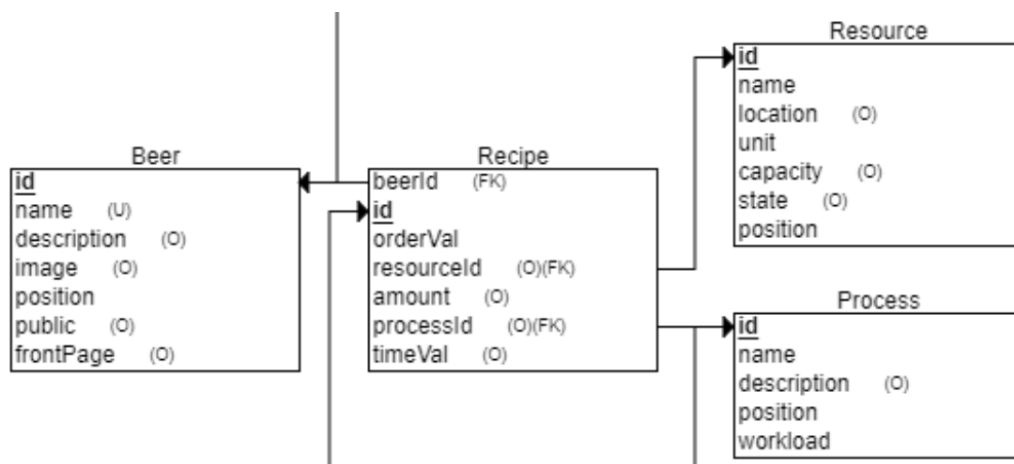
3.5.2 Receptura

Receptura stojí ve středu systému a řídí se podle ní výroba. Její podstatou je určit druh a množství surovin a fáze přípravy ve správném pořadí pro každý druh piva.



Obrázek 3.10: ER diagram receptury

Atributy **beerId** a **orderVal** jsou kandidátním klíčem záznamu pracovního postupu pro konkrétní pivo. Každá položka je navázána na výrobní proces včetně doby trvání **timeVal**, typ suroviny a její množství **amount** nebo na obě položky zároveň. Takový případ nastane ve chvíli, kdy fáze přípravy vyžaduje přidávání vstupních surovin. Konkrétně při vaření je varna po celý den obsazená a míchají se všechny komodity. Zařízení zůstává obsazené a přidavek surovin jej neuvolní pro další vaření.

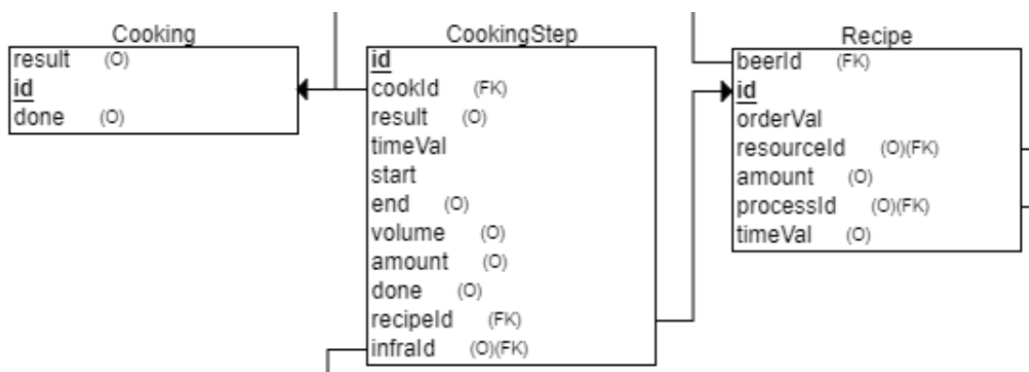


Obrázek 3.11: ER diagram receptury s vazbou

3.5.3 Simulace vaření

Smyslem vaření je simulovat výrobní procesy, aktivně pracovat se skladovým systémem a zamykat zařízení před dalším použitím. Receptura slouží pouze jako šablona ideálního procesu přípravy. Velkou roli při simulaci hraje člověk a reálné činnosti. Člověk není schopen dodržet termín přesně. Vznikají odchylky časové i v množství skutečně užitých surovin. Hlavně však přechod mezi jednotlivými fázemi vaření vyžaduje další čas, který receptura nezohledňuje. Příkladem je přečerpání piva z kvasné kádě do ležáckého tanku. Systémově je tato činnost přehlédnuta a přitom může trvat v rámci desítek minut až hodin.

Smyslem simulace je v reálném čase evidovat aktuální stav pivovaru a historii všech minulých výrobních procesů.



Obrázek 3.12: ER diagram simulace vaření

Záznamy **Cooking** evidují proběhlá vaření, ať už dokončená nebo přerušená. Entita **CookingStep** kopíruje pracovní postupy dle receptury v průběhu výroby. Dokončením jednoho kroku se označí stávající za hotový a dle receptury se vytváří nový záznam, který následuje a v simulaci je posledním v pořadí. Ten je označován za aktivní fázi přípravy.

Je-li stávající krok procesem, který vyžaduje zařízení, nabývá hodnota atributu **infraId** cizí klíč daného zařízení a zamyká ho před dalšími činnostmi.

Postup simulací

V bodě 3.5.2 (**Receptura**) bylo vysvětleno, že receptura slouží pouze jako šablona. Simulace postupně prochází jednotlivými fázemi. Při reálném vaření pak vznikají odlišnosti a to časové i v množství surovin. Pro účely nahlédnutí do historie a optimalizace provozu je nezbytné dochovávat všechny dostupné informace o průběhu dle skutečnosti. Data nejsou redundantní. Navíc se dochovávají časy provedených akcí. Cílem je projít všechny fáze výroby a proměnit nedokončenou výrobu ve výsledný produkt.

Nedokončená výroba

V simulaci se za nedokončenou výrobu považuje takové vaření, jehož příznak není nastaven na dokončeno. Nelze pouze posuzovat podle počtu vykonaných kroků z receptury pro rozlišení zrušené výroby.

Zrušená výroba

Zrušení výroby přichází v dobách havárií a je označována za dokončenou. Nevzniká však výsledný produkt, jelikož simulace neprošla všemi fázemi vaření.

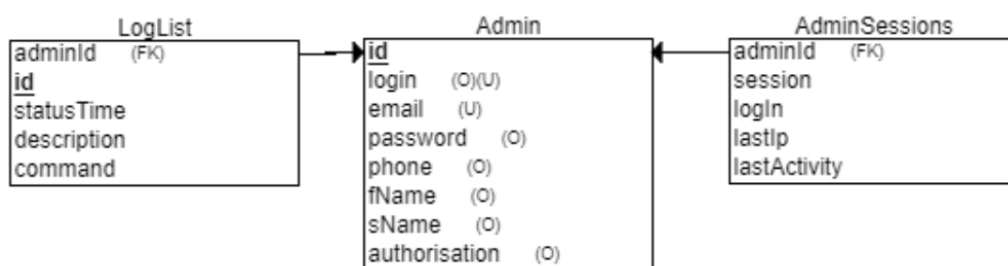
Dokončená výroba

Průchodem všemi fázemi receptury se výroba označuje za dokončenou. Nastavuje se příznak **done** doplněn o komentář z vaření a probíhá generování výsledných komodit jako hmotných produktů, viz. bod 3.2.2 (**Výstupní komodity**).

Celková doba trvání simulace je rozdílem času dokončení poslední fáze vaření a času zahájení první činnosti. Průměrný čas simulace v případě konkrétního druhu piva je objektivním měřítkem pro optimalizační procesy.

3.6 Uživatelské role

Role uživatelů informačního systému jsou navrženy stejně jako systém kupujících v sekci 3.3.1 (**Systém kupujících**), nicméně jsou zcela oddělené.



Obrázek 3.13: ER diagram uživatelských rolí

Evidence základních údajů, šifrování hesla i uživatelské relace fungují zcela totožně. Atribut **authorisation** však rozšiřuje uživatelský přístup na pravomoce. Právě hodnota privilegií určuje, jaké možnosti bude povolána osoba mít. Dále je navržena entita **LogList**, která poslouží pro evidenci provedených operací v systému.

3.6.1 Příznaky

Každý uživatel má nastaven jeden ze tří příznaků pro každý systém. Možnosti jsou následující:

1. **Zakázáno** - systém není pro uživatele přístupný
2. **Povoleno zobrazení** - pouze možnost nahlédnutí
3. **Povoleny úpravy** - plná funkčnost

3.6.2 Možnosti přístupu

Díky nastavení příznaků je možné udělit práva pro každý systém zvlášť. Navíc se nabízí možnost privilegia systémů ještě rozdělit na dílčí příznaky. Uživatelské role tak mohou být naprosto flexibilní.

1. Skladový systém

- **Vstupní suroviny** - zobrazení stavu surovin, inventura, naskladnění a přeskladení
- **Výstupní komodity** - správa vyhotovených produktů, kontrola trvanlivosti

2. Objednávkový systém

- **Objednávky** - vyřizování objednávek podle dostupných zdrojů
- **Balení a distribuce** - náhled a správa obalů a ceníků
- **Ostatní zboží** - seznam ostatních prodejných předmětů, úpravy a zveřejňování

3. Systém výroby

- **Výrobní proces** - řízení výroby, zadávání nového vaření, postup simulací, atd.
- **Infrastruktura a procesy** - náhled a úpravy základní infrastruktury a výrobních procesů pivovaru
- **Druhy piva** - seznam druhů pív, úprava, přidávání nových a editace receptury

4. Uživatelské role - zobrazení a úprava uživatelských rolí a základních údajů

- **Historie (log)** - výpis všech provedených akcí v systému

3.6.3 Skladník

Jednou z nejzákladnějších rolí je skladník. Systém nabízí přidělení práv skladového systému, konkrétně vstupních surovin a výstupních komodit. Má-li skladník na starost pouze sklad surovin, nedostane příznak pro řešení finálních produktů.

3.6.4 Sládek

Sládek zajišťuje provoz pivovaru a spoléhá na fungování skladového systému. Nastavením příznaků systému výroby pro výrobní proces získává maximální kontrolu nad vařením. Potřebuje-li upravovat receptury nebo vytvářet nové druhy, neztratí se ani privilegium druhů piva.

3.6.5 Obchodní oddělení

Obchodní oddělení hraje důležitou roli v systému. Jedná se o správu objednávek, řešení balení piva a ostatních předmětů. Nutno podotknout, že obchodní oddělení nemá možnost upravovat druhy piva. To je v plné moci sládka. Je-li zapotřebí vytvořit speciální nabídku, je nutné situaci probrat se sládkem.

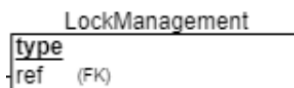
3.6.6 Ostatní

Systém uživatelských rolí však nabízí nejrůznější možnosti kombinace rolí. Je možnost vytvořit přístup pouze pro nahlížení na určitý systém, aniž by role mohla zasahovat. Systém privilegií zajistí všechny případné požadavky.

3.6.7 Souběh rolí

Souběhem rolí se rozumí taková situace, při které je nevědomě provedena transakce stejného druhu více nezávislými uživateli. Důsledkem je nesprávný stav dat v databázi. V případě navrhovaného systému byl označen souběh sládka se skladníkem jako nejpravděpodobnější. Situace může lehce nastat v případě správy vstupních surovin.

Pro vyřešení tohoto konfliktu je navržen systém zámků, který povoluje správu dat pouze jednomu uživateli v daný moment.



Obrázek 3.14: ER diagram zámku pro řešení souběhu rolí

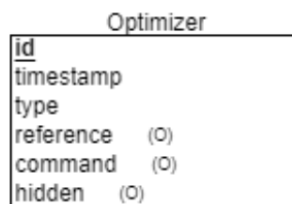
Jedná se o univerzální návrh, ve kterém je atribut **type** označením konkrétního zámku (funkcionality) a hodnota **ref** je cizím klíčem uživatele. Díky tomuto řešení může být vytvořeno a používáno více zámků na různé moduly.

3.7 Optimalizátor

Optimalizátor je navržen jako samostatná část systému, která hledá a doporučuje akce k zajištění ideálního provozu pivovaru. Jeho cílem je vyhodnotit stávající situaci a vytvořit plán dalších činností k zajištění nejefektivnějšího provozu. Vstupními daty optimalizátoru jsou stávající stavy všech systémů pivovaru.

Jeho pozornost může být věnována na různé situace. Základními nejdůležitějšími činnostmi je udržování skladových zásob, optimální tvorba plánu a předvídání kolizí vzniklých obsazenou infrastrukturou při vaření. Taková situace může nastat v případě, že se pivo začne vařit příliš brzy a není volné zařízení pro zahájení dalšího procesu.

Entita slouží pro zachování akcí, které budou následně provedeny nebo nabídnuty. Atribut **type** slouží pro rozlišení druhu operace v rámci optimalizátoru, **reference** je cizím klíčem neznámé n-tice. Hodnota atributu **command** uchovává nachystaný SQL dotaz k okamžitému provedení.



Obrázek 3.15: ER diagram optimalizátoru

Existují celkem dva pohledy na chování optimalizátoru. Rozhodující je, kdo zahajuje optimalizaci. Systém nebo člověk.

3.7.1 Optimalizátor řídí

Optimalizátor zpracuje data a vyhodnotí situaci. Změny ihned aplikuje a změní stav pivovaru. Zaeviduje do systému nové plány, předem stanoví termín vaření a umístí pivo do daných zařízení. Člověk následně vykonává kontrolu, zda je vše v pořádku a stav odpovídá skutečnosti. Nastane-li odlišnost, je třeba ji v evidenci opravit. Optimalizátor takové změny respektuje a znovu nemění.

3.7.2 Uživatel řídí

Rozhodující slovo o provedení doporučení má uživatel. Optimalizátor na základě vyhodnocení doporučí akce a neprovádí je. Uživatel nahlédne na doporučení a má možnost změny schválit nebo ignorovat. V případě schválení jsou změny okamžitě provedeny jedním kliknutím. Jejich ignorování znamená, že se návrh znovu neobjeví a optimalizátor takové rozhodnutí respektuje.

Tato varianta se jeví jako příhodnější, jelikož hlavním cílem projektu je vytvořit plán a řídit zaměstnance pivovaru. Uživatel tak bude postupovat dle navržených pokynů a v případě nesouhlasu doporučení odmítne.

3.7.3 Princip generování

Vzhledem k předpokladu velkého množství stavů a plánů je optimalizátor navržen jako samostatně působící program, který se nebude spouštět znovu po každé provedené akci. Původní myšlenka hledání nových kroků při každé akci by dokonale pracovala s aktuálním stavem provozovny, nicméně proces řešení mezisystémových asociací je hardwarově velice náročný. Proto je vhodné spouštět optimalizaci pouze jednou denně v nejméně vytíženou hodinu.

Maximum doporučených změn však směřuje ve prospěch fungování pivovaru a proto je algoritmus navržen tak, že vy svých výpočtech kalkuluje s akceptovanými návrhy. Nepřijetí doporučení může způsobit nepřesnost dalších čekajících akcí, nedojde-li k novému generování.

Kapitola 4

Implementace

Tato kapitola se zabývá praktickou částí práce. Je zaměřena na implementaci informačního systému z návrhu v kapitole 3 (Návrh), přičemž funkční prototyp je základem pro tvorbu optimalizátoru. Prvně je vysvětlena celková architektura a následně je prostor věnován zpracování výstupu pro optimalizaci činnosti pivovaru a optimalizátoru.

4.1 Použité technologie

- **HTML5**¹ je značkovací jazyk, který definuje vlastnosti a chování obsahu webové stránky.
- **CSS3**² je stylovací jazyk, který popisuje formy objektů dokumentu napsaného ve značkovacím jazyce.
- **JavaScript** je objektově orientovaný programovací jazyk, který se interpretuje na zařízení hosta. Používá se ke zlepšení interakce mezi webem a návštěvníkem.
- **jQuery** je univerzální JavaScriptová open-source knihovna, která je navržena pro zjednodušení manipulace s HTML objekty. Dále umožňuje kontrolu akcí s objekty, tzv. eventy, a CSS animace.
- **PHP**³ představuje univerzální programovací jazyk určený zejména pro vývoj webových aplikací. Zdrojové soubory jsou uloženy na hostitelském serveru, kde jsou funkce také vykonávány. Verze 7.3.0.
- **MariaDB** je komunitou vyvíjená relační databáze, která vznikla jako nástupce MySQL, a to vytvořením vlastní vývojové větve. Jednou z vlastností je zachování maximální kompatibility s databází MySQL. Verze 10.1.37-MariaDB - Source distribution.

4.2 Koncept a integrace

Implementace nevyužila žádné šablony. Vývoj proběhl od nuly v plném rozsahu. Z ničeho byla vyformována základní struktura systému a ta se postupně rozšiřovala o další a další funkce.

¹HTML5 je zkratka pro Hypertext Markup Language verze 5

²CSS je zkratka pro Cascading Style Sheet, česky Kaskádové styly

³PHP je rekurzivní zkratka pro PHP: Hypertext Preprocessor, česky PHP: Hypertextový Preprocesor

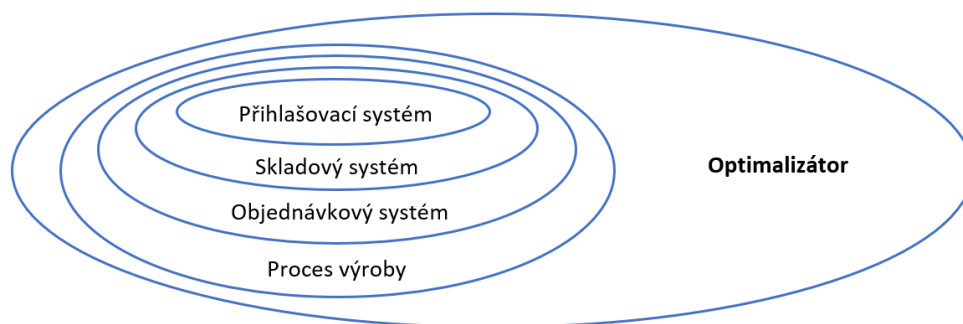
Časem v průběhu údržby aplikací vždy vznikají nové požadavky, které je třeba implementovat. Vhodná struktura a modularita systému zjednoduší nasazení případných změn. Základní funkční jednotku tvoří přihlašovací systém. Jeho implementací vzniká koncept systému, do kterého jsou následně implementovány další systémy. Vývoj je rozdělen do dvou částí, které se skládají z pěti komponent, které byly aplikovány v následujícím pořadí dle návrhu v kapitole 3 (Návrh).

Systémy evidence

1. Přihlašovací systém
2. Skladové hospodářství
3. Objednávkový systém
4. Výrobní proces

Intelligence systému

5. Optimalizátor



Obrázek 4.1: Znázornění systému minipivovaru

4.3 Tvorba databáze

Prvně při implementaci proběhla stavba databáze. Díky relačnímu modelu v kapitole 3 (Návrh) došlo za pomoci generátoru aplikace ERDPlus[3] k vygenerování SQL dotazů pro vytvoření základních entit a referencí. Generátor je ve verzi Beta a proto se očekávají chyby na výstupu. Jedna z těchto chyb byla odhalena. Při použití datového typu **INT AUTO_INCREMENT** vzniká chyba datového typu cizích klíčů. Dotazy se generují včetně automatického růstu hodnoty, přičemž správným typem je integer. Jedná se o drobnou sémantickou chybu, kterou lze lehce odstranit.

Před úpravou

```
CREATE TABLE AdminSessions
(
  session VARCHAR(13) NOT NULL,
  logIn VARCHAR(17) NOT NULL,
  lastIp VARCHAR(45) NOT NULL,
  lastActivity INT NOT NULL,
  adminId INT AUTO_INCREMENT NOT NULL,
  FOREIGN KEY (adminId) REFERENCES Admin(id)
);
```

Po úpravě

```
CREATE TABLE AdminSessions
(
  session VARCHAR(13) NOT NULL,
  logIn VARCHAR(17) NOT NULL,
  lastIp VARCHAR(45) NOT NULL,
  lastActivity INT NOT NULL,
  adminId INT NOT NULL,
  FOREIGN KEY (adminId) REFERENCES Admin(id)
);
```

4.4 Prvotní prototyp

Systém uživatelských rolí spolu s grafickým uživatelským rozhraním, viz. [4.5 \(Grafické uživatelské rozhraní\)](#), tvoří základní prototyp systému. Tento krok zároveň vytváří systém souborů a zdrojových kódů.

Zdrojové soubory jsou rozděleny podle typu. Všechny JS jsou ukryty ve složce `__js`, kaskádové styly v `__styles`, PHP operace neboli uživatelské akce `__php` a hlavní stránky systému jsou v kořenovém adresáři.

Prototyp je fungující webové rozhraní s přihlašovacím systémem, které umožňuje aktivaci účtu, přihlašování, správu uživatelů, nastavení osobních informací a odhlašování. Navíc s sebou přináší náhled na historii provedených akcí, neboli log. Implementováno v plném rozsahu.

4.5 Grafické uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní požaduje dostupnost z různých zařízení. Systém na bázi webového rozhraní nejlépe odpovídá požadavkům. Návrh grafického uživatelského rozhraní se řídí nejnovějšími standardy rozhraní.

Styl nevyužívá žádné šablony a je navržen dle požadavků pívovaru. Optimalizace zobrazení webové stránky pro různá zařízení je úkolem pouze kaskádových stylů. Díky tomu lze design správně zobrazit na počítačích, tabletech, mobilních telefonech, atd.

Další důležitou součástí responzivního informačního systému je jednotná prezentace dat a důraz na velikost pracovní plochy. Rozhraní využívá možnosti zmenšení hlavní textové nabídky do menu symbolických ikon. To zajistí větší prostor na práci s informacemi.

Dceřinná nabídka, nebo-li menu druhé úrovně, je pak součástí každého bloku, které dohromady vytvářejí obsah pracovní plochy.

Všechny tyto funkce zajišťuje jeden univerzální předpis kaskádových stylů.

4.5.1 Mapa webu

Vytvořit ideální nabídku je podmíněno hlubokým uživatelským testováním. Základní sestavení je podloženo uživatelským průzkumem ve studovaném pivovaru. Díky sestavě obsahu z bloků je prioritní zmenšení hlavní nabídky a přidružení všech odpovídajících funkcí ke každé záložce. Možných položek je celkem devět a jejich seznam se pro každou uživatelskou roli zobrazuje odlišně.

1. Nástěnka

- Optimalizátor – Úvodní blok s doporučenými operacemi.
- Výroba – Správa simulace vaření.
- Nevyužitá infrastruktura – Přehled nepoužívaných zařízení.
- Skladové hospodářství – Operace pouze se vstupními surovinami.

2. Objednávky – Kompletní objednávkový systém.

- Výstupní komodity – Přehled a operace s finálními produkty.

3. Druhy piva – Seznam všech druhů piva.

- Úprava základních údajů.
- Receptura.
- Balení a ceník.

4. Marketingové předměty – Zobrazení a úprava ostatního zboží.

5. Balení a distribuce – Správa všech dostupných obalů, úprava záloh a poplatků.

6. Infrastruktura a výroba

- Úprava definice výrobních procesů.
- Nastavení infrastruktury pivovaru – Přidělování procesů k daným zařízením.

7. Zaměstnanci

- Přehled a správa uživatelských rolí.
- Zobrazení aktivity, nastavení privilegií.

8. Log – Výpis historie provedených změn v systému.

9. Nastavení – Úprava vlastních přihlašovacích a osobních údajů.

10. Odhlásit se – Ukončení přihlašovací relace.

4.6 Skladový systém

Skladový systém je první systém, který se integruje do prototypu. Implementace odpovídá návrhu jednoskladového systému v sekci 3.2 (Skladový systém). V této fázi je umožněno hospodaření pouze se vstupními surovinami a druhy piva. Výstupní komodity jsou výsledkem automatizovaného procesu vaření, a proto jsou implementovány v rámci procesu vaření. Skladové hospodářství je samostatný blok na nástěnce, tedy úvodní stránce informačního systému. Stav skladu je jedním ze vstupů pro optimalizátor.

4.6.1 Přeplněný sklad

Vzhledem k požadavkům má rozhodující slovo uživatel a je mu umožněno překročení kapacity skladu. Jedná se o situace, kdy skladník na přeplnění trvá. Příkladem mohou být přijaté suroviny, které doposud nebyly uloženy. Systém zohledňuje přeplněný sklad a považuje takovou hodnotu za správnou.

4.6.2 Prázdný sklad

Naopak existuje varianta, kdy množství surovin klesne na nulu nebo dokonce do záporných hodnot. Opět je tato situace iniciována uživatelem. Systém nezohledňuje odchylku a považuje sklad za prázdný.

4.7 Objednávkový systém

Objednávkový systém přináší pivovaru elektronický obchod, vytvoření rezervace a správu objednávek. Je přímo závislý na skladovém hospodářství, které určuje produktové portfolio.

4.7.1 E-shop

Elektronický obchod řeší vlastní přihlašovací systém pro kupující. Je řešen formou externího samostatného modulu, který je napojen na databázi pivovaru. Jeho účelem je prezentovat produkty a zprostředkovat jejich zakoupení. Výstupem je objednávka, tedy požadavek na uvaření. Ačkoliv nebyl doposud spuštěn ostrý provoz, je objednávkový systém připraven.

4.7.2 Limit objednávky

Objednávkový proces má nastaveny základní limity pro rozlišení chybných a cíleně matoucích objednávek. Jednomu kupujícímu je umožněno objednat nejvýše sto litrů týdně. Jedná-li se o větší požadavek, nevytváří se objednávka skrz elektronický obchod. Zadává ji pověřená osoba přímo v informačním systému a přiřazuje ji kupujícímu. Jedná se o preventivní opatření, které brání chybným vstupům pro optimalizátor.

4.8 Výrobní proces

Výrobní proces řeší simulovaný běh pivovaru. Vaření není zcela závislé na objednávkovém systému, neboť se dle objednávek pouze reguluje množství. Skladový a přihlašovací systém je podmínkou k umožnění simulace vaření. Bez použití objednávkového systému proces výroby pracuje pouze jako termínovník s evidencí.

4.8.1 Receptura

Receptura navazuje na skladový systém a rozšiřuje informace o druhu piva. Všechny výstupní komodity získávají možnost sestavení kompletní receptury, která slouží jako šablona pro simulaci vaření.

4.8.2 Seznam probíhající výroby

V základním seznamu jsou prezentována data o probíhajících vařeních. Obsahují pouze informace o druhu piva, postupu, času k dokončení a navrhuji vykonat akci. Časové jednotky jsou vyjádřeny narůstajícím barevným panelem. Vaření se řadí od nejpokročilejších stádií přípravy sestupně.

4.8.3 Zobrazení vaření

Výpis konkrétního vaření pak nabízí kompletní přehled o provedených fázích, stavu aktuální fáze a budoucích fází. Tabulkový výpis obsahuje všechna konkrétně data a toto zobrazení je k dispozici nejen pro aktuálně probíhající vaření, ale i pro ta dokončená. Prostředí umožňuje postup simulací a i přes stanovené lhůty a limity v receptuře má sládek možnost zasáhnout a data měnit. Dostává pravomoc zkrátit nebo prodloužit výrobní proces a zvýšit nebo snížit množství užitých surovin.

4.8.4 Vytíženost zařízení

Proces již operuje s obsazeností infrastruktury. Průvodce simulací vybírá pouze s dostupných zařízení a zde již nelze provádět změny. Je-li například tank obsazen, musí být nejdříve uvolněn pro další použití. Činnost obsazování a uvolňování je plně automatická dle receptury a definic infrastruktury.

Ve chvíli, kdy do vaření vstupují suroviny, musí být zařízení již obsazeno. Z toho důvodu je implementován souběh surovin a výrobního postupu. Časová náročnost však může být nulová, jelikož se jedná pouze o evidenci užitých surovin. Dokončením kroku zůstává zařízení obsazeno.

4.8.5 Generování produktů

Dokončením simulace nastává poslední fáze výroby - vyhotovení produktů. V rámci postupné evidence množství je k dispozici možnost definovat obaly, do kterých bude pivo stočeno. Při potvrzení vznikají finální produkty, které umožňují zpětné dohledání várky.

V této fázi je rozšířen objednávkový systém, který seznamem objednávek doporučuje, do jakých obalů pivo stočit. Je umožněno i přímo označit objednávky, kterým bude z daného vaření vyhověno. Jejich stav se mění na vyřizuje se.

4.9 Optimalizátor

Do této chvíle byl systém pouhou správou dat. Optimalizátor mění evidenci v chytrý systém, který usnadňuje uživateli vyhodnocování situací a doporučuje nejvhodnější a nejefektivnější akce. Predispozicí optimalizátoru jsou všechny předchozí systémy, protože jako vstupní data považuje následující:

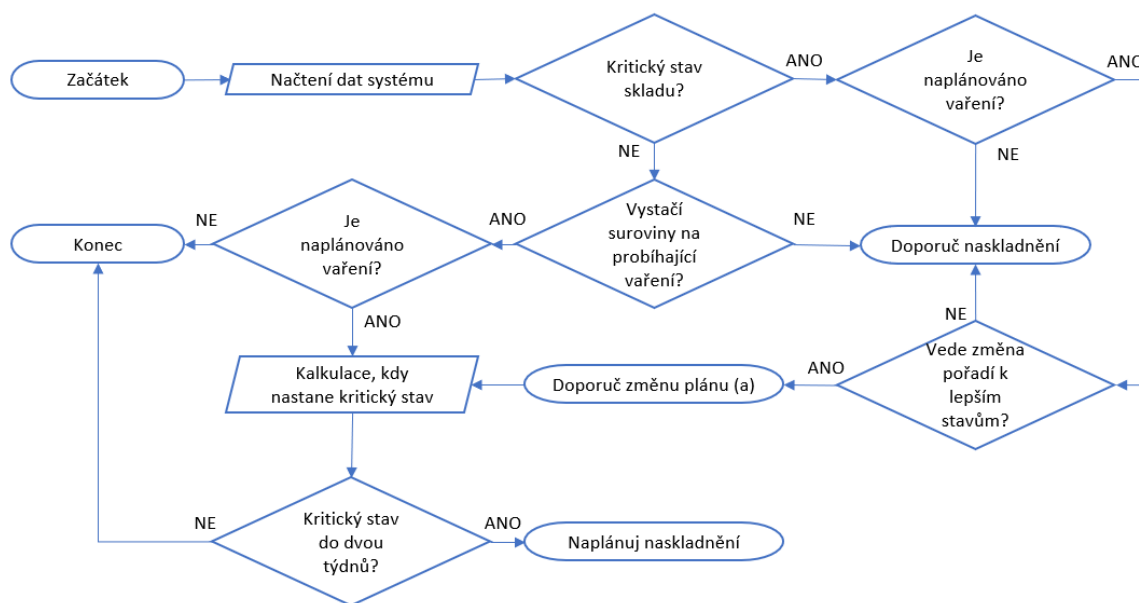
- Stav vstupních surovin
- Stav piva na skladě
- Množství nevyřízené a objednané
- Objednávky pokryté plánem výroby
- Stávající stav vaření
- Historická data vaření
- Plán vaření
- Infrastruktura
- Receptury

Jeho cílem je zpracovat informace daným algoritmem a nabídnout uživateli optimalizační doporučení. Ty lze aplikovat jedním kliknutím a změny budou okamžitě provedeny. Za následek může být urychlení výroby, pokyn k naskladnění surovin, pozastavení výroby nebo změna pořadí vaření.

Optimalizátor je samostatný PHP program, který je závislý na ostatních systémech. Při nasazení systému do ostrého provozu se zvětšuje množství dat a proto je optimalizátor navržen pro spouštění jednou denně softwarovým démonem Cron.

4.9.1 Algoritmus vstupních surovin

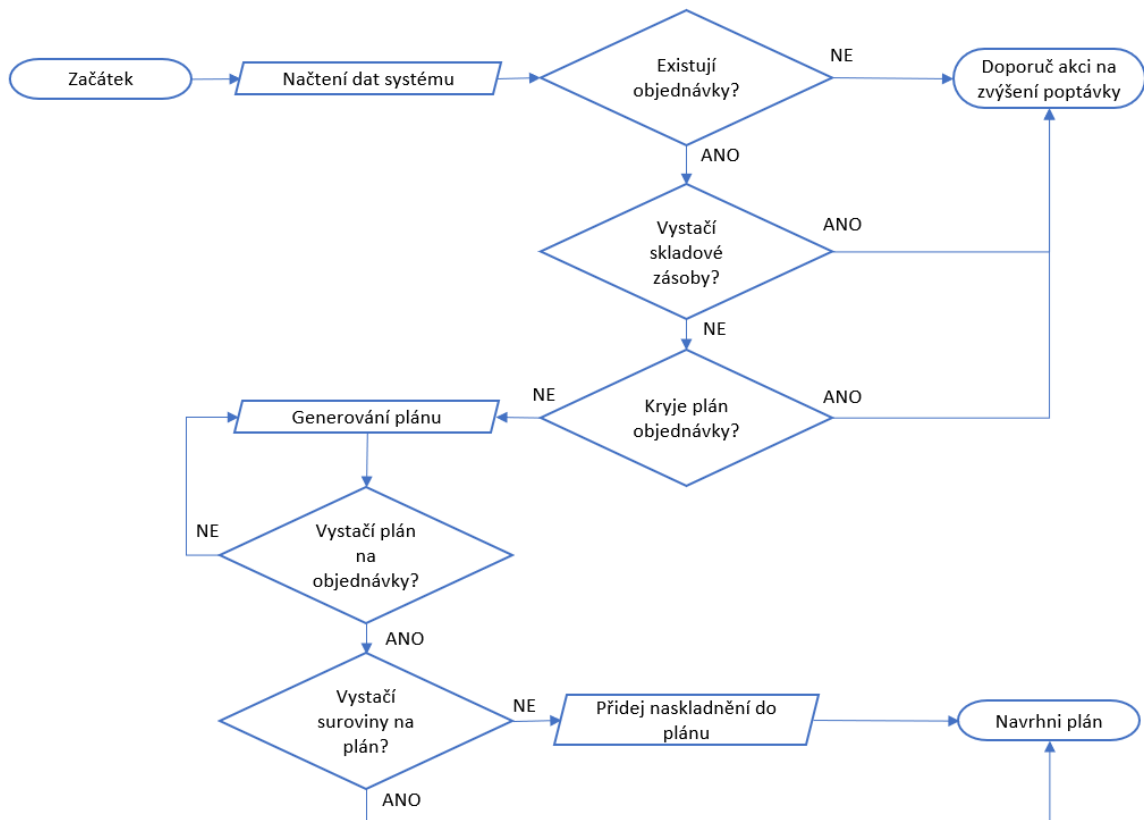
Algoritmus vstupních surovin má za úkol prostudovat stav skladů v závislosti na stávající a plánované výrobě. Blíží-li se stav suroviny do kritického stavu, úkolem optimalizátoru je na událost upozornit a navrhnout naskladnění. Může se jednat o více surovin současně.



Obrázek 4.2: Algoritmus vstupních surovin

4.9.2 Algoritmus nastavení plánu

Tato část má za úkol udržovat plán vaření tak, aby pokryl poptávku. V závislosti na objednaném množství piva modeluje přerážení objednávek k jednotlivým várkám a zjišťuje, zda plán vystačí na všechny zákazníky.



Obrázek 4.3: Algoritmus nastavení plánu

4.9.3 Optimalizace výroby

Klíčový je však algoritmus optimalizace výroby, který na základě nastavení infrastruktury hledá neoptimálnější rozvržení výroby do jednotlivých zařízení. Jedná se o velmi náročný proces, který zkoumá všechny možné varianty umístění stávajícího vaření.

Příkladem je výběr zařízení pro kvašení. Je k dispozici pouze ležácký tank a kvasná kád' a v době ukončení kvašení bude uvolněn další ležácký tank.



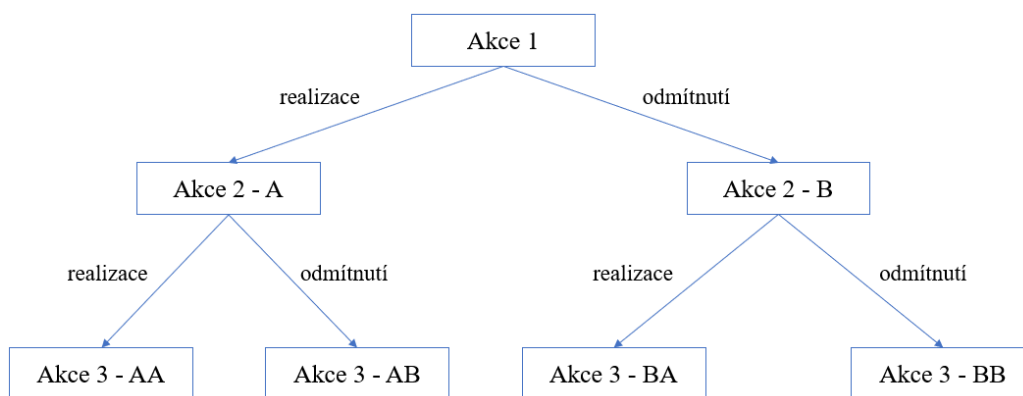
Obrázek 4.4: Porovnání chybného a efektivně vzbraného zařazení

I přes to, že ležácký tank je využíván na časově nejnáročnější proces a kvasná kád' by měla být prioritou pro proces kvašení, upřednostněním právě ležáckého tanku je umožněno další vaření hned následující den (**Várka 3**). Ačkoliv princip zní jednoduše, jeho implementace se všemi variabilními proměnnými je extrémně náročná a proto pracuje jen z části. Dále je smyslem umožnit pivovaru takové rozložení infrastruktury, aby nevznikaly prostoje

v případě plného vytížení. Optimalizace výroby vyhledává takové kombinace, které umožní započít vaření co nejdříve.

4.9.4 Výstup optimalizátoru

Program je implementován víceprůchodově a jeho výsledky jsou přímo závislé na výsledcích předešlého průchodu. Další návrhy v pořadí tedy vycházejí ze situace, kdy předešlá související doporučení byla uživatelem akceptována. Všechny vyhodnocené stavy mají za úkol vést pívovar správným směrem, a proto se jejich zamítnutí předpokládá pouze ve výjimečných situacích. K zajištění maximální přesnosti by bylo zapotřebí spustit optimalizátor po každé provedené akci znovu nebo generovat rozvětvená doporučení ve formě binárního stromu, kde uživatel realizací nebo zamítnutím postupuje navrženým stromem výsledků.



Obrázek 4.5: Návrh binárního stromu větvených doporučení

Zároveň v případě nezávislých návrhů vzniká více kořenových akcí, které mohou být v n-tém řádu vzájemně propojeny. Dokud by nenastala všechna předešlá doporučení, následující akce není k dispozici.

Kapitola 5

Verifikace a validace

Verifikace a validace jsou často zaměňované termíny. Pojem verifikace je ve významu ověření, zda vyvíjený systém odpovídá specifikacím a návrhu. Testování se neúčastní uživatel a existuje mnoho metod verifikace. Validace je naopak ve významu kontroly, zda systém odpovídá požadavkům uživatele. Zpravidla se jedná o testy na uživateliích a mohou probíhat před i po integraci systému.

Testování je nezbytnou součástí vývoje každého systému. Cílem je odhalit chyby, nedostatky a odlišnosti od požadavků před nasazením do ostrého provozu. Testování lze také rozdělit do tří základních kategorií - manuální, dynamické a statické. V případě vývoje informačního systému dominuje manuální testování samotnými vývojáři a uživateli.

5.1 Testování vývojářem

Testování vývojářem nastupuje ihned po implementaci dané funkcionality. Programátor zprovozní část systému a ověřuje jeho základní funkčnost. Výhodou je okamžité odhalení závažných chyb dříve, než se přistoupí na uživatelské testování. Zanedbáním kroku hledání chyb v kódu a algoritmu může značně prodloužit vývoj a může způsobit opakující se uživatelské testování stejné funkcionality. Samotný programátor samozřejmě nemá možnost ozkoušet všechny varianty, a proto se tento druh testování považuje za nedostatečný, leč základní až téměř podvědomý. Nejlepšími testery jsou běžní uživatelé, jejichž neočekávané chování způsobuje chyby, se kterými programátoři nepočítali.

5.2 Uživatelské testování

Jednou z nejvíce používaných metod je testování použitelnosti. Zpravidla nevyžaduje žádné speciální podmínky, stačí pouze funkční prototyp systémů a několik testovacích uživatelů. Čím větší počet uživatelů se účastní, tím více chyb testování odhaluje. Jako úplné minimum testovacích subjektů se považuje pět uživatelů, kteří jsou schopní odhalit až 85% chyb. Průběh pak spočívá ve vymezení druhu úkonu a sledování chování uživatelů.

5.2.1 Přihlašovací systém

Přihlašovací systém tvoří první prototyp systému, a proto je jeho správné fungování nejdůležitější. Test proběhl v prostorách studovaného pivovaru za přítomnosti vývojáře a očekávala se zpětná vazba.

Běžné přihlášení

- **Cílová skupina** – Uživatelé systému.
- **Úloha** – Aktivovat účet, následně se přihlásit, změna jména a příjmení, odhlášení.
- **Vzorek testerů** – 3 zaměstnanci pivovaru a 7 nezávislých uživatelů
- **Průběh testování** – Tester obdržel pokyny k dané úloze a následně podal zpětnou vazbu o funkčnosti. Provedené úkony byly taktéž ověřeny v databázi.
- **Výstup** – Žádné výsledky o chybách.

Druhé přihlášení

- **Cílová skupina** – Uživatelé systému.
- **Úloha** – Pokusit se přihlásit na počítači a telefonu současně.
- **Vzorek testerů** – 2 zaměstnanci pivovaru a 4 nezávislí uživatelé.
- **Průběh testování** – Osoba obdržela pokyny a byla pozorována reakce. Tester nebyl obeznámen s možností pouze jednoho přihlášení.
- **Výstup** – Nikomu se nepodařilo přihlásit dvě zařízení současně.

Při odhlášení zůstane rozhraní zobrazené. Byla by vhodná funkce, která by uživatele při neaktivitě a odhlášení ze zařízení přesměrovala na přihlašovací stránku.

5.2.2 Skladové hospodářství

Testování skladového systému bylo rozděleno do dvou částí. Nejprve proběhla implementace a test výstupních komodit. Vstupní suroviny byly další v pořadí.

Výstupní komodity

- **Cílová skupina** – Sládek.
- **Úloha** – Vytvořit základní předložené obaly, přidat druh piva a nakonfigurovat jej.
- **Vzorek testerů** – 3 zaměstnanci pivovaru.
- **Průběh testování** – Testování probíhalo postupně za přítomnosti programátora. Tester obdržel pokyny a následně se ověřila správnost zadání.
- **Výstup** – Tendence hledat nastavení obalů v nabídce pro druhy piva. Checkbox v seznamu svádí ke klikání, možnost obalů pouze v celých litrech.

Definice použitelných balení jsou základním nastavením pivovaru, a proto jsou odděleny. V záložce druhů piva by blok s obaly narušoval každodenní práci. Checkbox je vhodné upravit.

I přes důkladnou studii skladového hospodářství vznikla chyba při návrhu databázového modelu. Vývojář nepočítal s jinou možností. Byl změněn datový typ na desetinné číslo a systém nyní umožňuje přesnost na centilitry, jak stanovují požadavky.

Vstupní suroviny

- **Cílová skupina** – Sládek, skladník.
- **Úloha** – Vytvořit základní tři suroviny - slad, chmel a kvasnice. Vybrat vhodné jednotky a naskladnit slad.
- **Vzorek testerů** – 2 zaměstnanci pivovaru a 3 nezávislí uživatelé.
- **Průběh testování** – Testování proběhlo postupně při shodném počátečním stavu databáze.
- **Výstup** – Zjištěna chyba při užití desetinných čísel.

JS algoritmus převádí obsah textového pole na číslo a počítá budoucí stav skladu. Algoritmus převáděl zadání pouze na celá čísla a způsoboval chybu výpočtu. Opraveno.

5.2.3 Objednávkový systém

V případě objednávkového systému neproběhl test přihlašovacího systému, který je identický s přihlašovacím systémem do systému. Proběhl pouze základní test vytvoření objednávky.

- **Cílová skupina** – Široká veřejnost, obchodní oddělení.
- **Úloha** – Vytvořit objednávku dle vlastního uvážení.
- **Vzorek testerů** – 15 uživatelů.
- **Průběh testování** – V systému byl kompletně nakonfigurován jeden druh piva ve všech možných obalech. Cílem bylo vytvořit objednávky a následně vyhodnotit správnost objednávkového formuláře a vazby na skladový systém.
- **Výstup** – Zjištěny vážné chyby v objednávkovém formuláři.
 - Nelze rozlišit odběratele, doručovací adresu a fakturační adresu.
 - Nelze objednat na firmu – souvisí s předchozím bodem.
 - Chybí termín dodání.

Nemožnost určení odběratele, doručovací a fakturační adresy je chybou, která vznikla již v návrhu. Vývojář nevěnoval dostatek času studii složitějších objednávek. K opravě je zapotřebí změnit ER model, přidat entitu na fakturační adresu a navíc rozšířit kupující o možnost zadání identifikačního obchodního čísla a názvu společnosti.

Absence termínu dodání není chybou, neboť v době testování nebyl implementován výrobní systém, který odhaduje termín vyřízení. Na zvážení uvést informaci o nedostupnosti.

5.2.4 Výrobní proces

Testování výrobního procesu bylo takticky rozděleno do několika menších testů, neboť se vaření sestává z mnoha nových funkcionalit. Postupné ověření správnosti všech funkcí zajišťuje ověření správnosti celého systému výroby.

Pracovní postupy

- **Cílová skupina** – Sládek.
- **Úloha** – Nadefinovat základní užívané výrobní postupy - vaření, kvašení, ležení, stočení.
- **Vzorek testerů** – 2 zaměstnanci pivovaru, 1 nezávislý uživatel.
- **Průběh testování** – Testování probíhalo za přítomnosti vývojáře, postupně za stejného počátečního stavu DB.
- **Výstup** – Dotazy na položku zatížení, žádné nesrovnalosti.

Položka zatížení je vstupem pro optimalizátor, který určuje, kolik činností lze v daný den provádět. Navrženo přidání popisku do formuláře.

Infrastruktura

- **Cílová skupina** – Sládek.
- **Úloha** – Zadat do systému následující zařízení - varna, kvasná kád', 2x ležácký tank. Provázat je s vhodnými výrobními postupy.
- **Vzorek testerů** – 2 zaměstnanci pivovaru, 1 nezávislý uživatel.
- **Průběh testování** – Tester obdržel pokyny, podle kterých jednal za přítomnosti vývojáře.
- **Výstup** – Nejvíce způsobilo problémy první provázání s výrobními procesy. Uživatel nastavení nehledal v nastavení konkrétního zařízení.

Ačkoliv je systém postaven pro malé pivovary, dokáže pracovat s velkým množstvím dat. V extrémním případě lze infrastrukturu provázat s kompletním varným listem a evidovat je elektronicky v systému. V takových případech nelze data přehledně prezentovat v rámci všech zařízení najednou. Na zvážení je změna principu přidělování výrobních procesů, například dvěma výčtovými seznamy za doprovodu přesunů.

Receptura

- **Cílová skupina** – Sládek.
- **Úloha** – Nadefinovat recepturu konkrétního druhu piva. Vše potřebné přednastaveno.
- **Vzorek testerů** – 2 zaměstnanci pivovaru.
- **Průběh testování** – Na základě pokynů se uživatel pokoušel sestavit recepturu ve správném pořadí.
- **Výstup** – Přidat do receptury všechny suroviny a výrobní postupy trvá příliš dlouho.

Proces vytváření receptury je činnost k nastavení základních principů pivovaru. Receptura se nebude měnit každý den u zavedeného systému. Důraz je kladen na přesnost zadání tak, aby bylo srozumitelné člověku i systému. Doba trvání zadávání je přímo úměrná množstvím informací, se kterými systém pracuje.

Vaření

- **Cílová skupina** – Sládek.
- **Úloha** – Spustit vaření prvního piva, projít simulací a dokončit várku.
- **Vzorek testerů** – Sládek.
- **Průběh testování** – Tester dostal možnost ozkoušet si simulaci vaření za dohledu vývojáře. Testování vedlo k dokončení vaření.
- **Výstup** – Simulace probíhá správně dle zadaných dat. Zjištěna následující chyba:
 - při dokončení vaření a nenastavení typu balení simulace nevratně mizí a není možné vytvořit produkty.

Příznak dokončeného vaření byl nastaven ve chvíli ukončení simulace dříve, než byly vytvořeny výsledné produkty. Pracovní plocha s výběrem obalů byla nastavena jako mezikrok k dokončení a příznak se ukládá až po vytvoření výstupních komodit.

5.2.5 Grafické uživatelské rozhraní

Test grafického uživatelského rozhraní proběhl na skupině nezávislých uživatelů, kteří měli za cíl zkontrolovat správnost zobrazení. Byly vytvořeny přístupové údaje, které každý z testerů obdržel. Úlohou je přihlásit se do rozhraní, orientovat se v nabídce a hledat chyby při vykreslení. Zpětná vazba je přijímána v textové formě a většinou za doprovodu snímku obrazovky.

Výsledky jsou rozděleny do dvou kategorií. U první kategorie dopadly testy úspěšně, tedy provozuschopně, u druhé vznikly chyby v zobrazení, výhrady, aj. Číslo v závorce znázorňuje počet provedených testů.

Test úspěšný

- Google Chrome (Windows, Android) – Bez připomínek, nabídka vhodně zvolena. (7)
- Samsung Internet (Android) – Zobrazení v naprostém pořádku. (3)
- Safari – Optimalizováno, nicméně barevné panely neznázorňují procentuální stav. (2)
- Microsoft Edge – Také problém s barevnými panely. (3)
- Mozilla Firefox – Totožný problém a přihlašovací obrazovka není vycentrována. (2)

Test neúspěšný

- Internet Explorer – Naprosto chybné zobrazení. (5)

Vyhodnocení

Uživatelské rozhraní je nejlépe optimalizováno pro prohlížeče fungující na platformě Chromium[1]. **Google Chrome** a **Samsung Internet** jsou doporučenými webovými prohlížeči. Ostatní byly až na **Internet Explorer**, dále jen IE, provozuschopné. Chybné zobrazení v IE bylo způsobeno nepodporujícím dobrovolným parametrem funkce v Javascriptu. Proběhla oprava

a opět se vyskytují potíže s barevnými panely a nevycentrovanou přihlašovací obrazovkou. Dále se vyskytl případ se zakázaným JS. Web se pokusil vykreslit, nicméně chybně. Bylo by vhodné zobrazení optimalizovat nebo mu zcela zabránit. Povolený JS je podmínkou pro fungování systému.

5.3 Test optimalizátoru

Implementace optimalizátoru byla extrémně náročná. Jedná se o několikaprůchodové algoritmy, které prochází databází, simulují provoz pivovaru v budoucnosti a snaží se vyhledávat krizové a výhodnější situace. Testování je věnováno pouze algoritmu na vyhodnocování stavů vstupních surovin.

Samotný optimalizátor v průběhu simulace prezentuje informace o množství surovin v závislosti na čase. Test je zaměřen na schopnost vyhledávat kritické stavy surovin a vyhodnocovat doporučené operace.

5.3.1 Počáteční stav

Počáteční stav testu je se sníženým množstvím surovin ve skladu. Testuje se algoritmus na vyhodnocení stávajících kritických stavů a následně blížících se kritických stavů.

Surovina	Stav	Kapacita	Poměr zaplnění
Slad	400 kg	800 kg	50%
Chmel1	5 kg	10 kg	50%
Chmel2	2 kg	10 kg	20%
Kvasnice	5 litrů	50 litrů	10%

Tabulka 5.1: Počáteční stav skladu

Pořadí	Akce	Počátek	1. požadavek surovin	2. požadavek surovin
1.	Vaří	T-36 dní	-	-
2.	Vaří	T	-	Kvasnice 1,75 l (T+1)
3.	Plán	T+1 dní	Slad 170kg Chmel1 1,2kg, Chmel2 1,7kg	Kvasnice 1,75 l (T+2)
4.	Plán	T+5 dní	Slad 170kg Chmel1 1,2kg, Chmel2 1,7kg	Kvasnice 1,75 l (T+6)
5.	Plán	T+6 dní	Slad 170kg Chmel1 1,2kg, Chmel2 1,7kg	Kvasnice 1,75 l (T+7)

Tabulka 5.2: Probíhající a plánovaná vaření. T je označení dne testování.

5.3.2 Nastavení optimalizátoru

- **Kritický stav** – Zaplnění klesne pod **30%**.

- **Optimální stav** – Naskladněno nejvýše **60%**.

5.3.3 Očekávaný výstup

Okamžitý kritický stav

Jedná se o stávající stavy skladu, které se již vyskytují pod kritickou hranicí. Doporučení naskladnění přichází okamžitě. Celkem dva druhy surovin.

- **T** – Chmel2 (naskladnit 4 kg)
- **T** – Kvasnice (naskladnit 25 litrů)

Budoucí kritické stavy

Postupem simulace se v závislosti na čase mění stavy skladů. Očekávají se následující čtyři krizové stavy.

- **T+1** – Slad (naskladnit 250 kg)
- **T+4** – Slad (naskladnit 255 kg)
- **T+5** – Chmel1 (naskladnit 3,4 kg)
- **T+5** – Chmel2 (naskladnit 3,4 kg)

5.3.4 Výstup

Optimalizace skladového hospodářství
ČAS POHYB STAV

Slad

```
0 0 400
1 85.000 315
1 85.000 230 --> kritický stav
5 85.000 395
5 85.000 310
4 85.000 225 --> kritický stav
4 85.000 395
```

Chmel1

```
0 0 5
1 0.600 4.4
1 0.600 3.8
5 0.600 3.2
5 0.600 2.6 --> kritický stav
4 0.600 5.4
4 0.600 4.8
```

Chmel2

```
0 0 2 --> kritický stav
```

```
0 0 6
1 0.850 5.15
1 0.850 4.3
5 0.850 3.45
5 0.850 2.6 --> kritický stav
4 0.850 5.15
4 0.850 4.3
```

Kvasnice

```
0 0 5 --> kritický stav
0 0 30
2 1.750 28.25
6 1.750 26.5
5 1.750 24.75
1 1.750 23
```

-> Stav vstupní suroviny Chmel2 je kritický. Je doporučeno naskladnit 4 kg.
-> Stav vstupní suroviny Kvasnice je kritický. Je doporučeno naskladnit 25 l.
-> Stav vstupní suroviny Slad klesne na kritický stav za 1 den. Doporučeno naskladnit dalších 250 kg.
-> Stav vstupní suroviny Slad klesne na kritický stav za 4 dny. Doporučeno naskladnit dalších 255 kg.
-> Stav vstupní suroviny Chmel1 klesne na kritický stav za 5 dní. Doporučeno naskladnit dalších 3.4 kg.
-> Stav vstupní suroviny Chmel2 klesne na kritický stav za 5 dní. Doporučeno naskladnit dalších 3.4 kg.

Navrženo celkem 6 akcí.

Doba trvání výpočtu: 98ms.

5.3.5 Vyhodnocení

Optimalizátor objevil a přesně vymezil všechny očekávané situace. Výstupem je šest návrhů, které umožňují okamžitou aplikaci změn. Test vyhledávání proběhl úspěšně. Vhodné testovat s větším vzorkem dat a následně za ostrého provozu.

Z pohledu logistiky by bylo efektivnější algoritmus pozměnit tak, aby se kritické stavy s odstupem několika dní sloučily do jednoho naskladnění tak, aby sklad kapacitně vystačil.

5.3.6 Realizace návrhů

Vstupem pro realizaci navrhovaných změn optimalizátorem je výstup vyhledávání. Na základě dat jsou připraveny SQL dotazy, které mají za úkol změny uplatnit. Umožňuje-li to situace, jsou změny dynamické, aplikovatelné i za již jiného stavu databáze.

Testování se zúčastnil malý vzorek uživatelů, kteří optimalizátor znovu spouštěli a s návrhy následně manipulovali. K dispozici jsou tři základní úkony - realizovat, skrýt a ignorovat. Tester měl za úkol vyzkoušet všechny funkce.

Při testu nebyly odhaleny chyby. Poznatkem je, že operace **ignorovat** byla pro uživatele zavádějící. Má za úkol návrh permanentně odstranit a totožný již nebude generován. Dočasné řešení nabízí funkce skrýt.

Kapitola 6

Závěr

V rámci bakalářské práce byla provedena studie problematiky kraftových pivovarů v České republice se zaměřením na skladové hospodářství, objednávkový systém a výrobní procesy za účelem podpory a optimalizace provozu pomocí vhodného informačního systému.

Na základě výsledků studie byl navržen nový informační systém nahrazující současné systémy evidence minipivovarů, s důrazem na přesnost a přehlednost práce. Jednotlivé systémy jsou navrženy tak, aby umožňovaly vzájemné napojení a asociace mezi souvisejícími položkami a díky tomu stanovily základní pravidla pro simulaci vaření pivovaru v reálném čase. Systém evidence následně rozšiřuje návrh optimalizačního programu, který má za úkol na základě stávajícího stavu předchozích systémů vyhodnocovat další pracovní postupy tak, aby provozovnu vedl nejefektivnějším správným směrem.

Během vývoje byly prototypy systému pravidelně konzultovány se zaměstnanci analyzovaného pivovaru. Účelem průběžných uživatelských testování je validace výsledků, usměrnění dalšího vývoje správným směrem a odhalení chyb v rané fázi implementace. Neopomenul se návrh grafického uživatelského rozhraní, které je responzivní a odpovídá nejnovějším standardům. Postupně pak vznikl přihlašovací systém, systém skladového hospodářství, objednávkový systém a simulace výrobního procesu. Po ověření správnosti při sledování provozu pivovaru následně došlo k implementaci části optimalizačního programu.

Optimalizátor je přidanou hodnotou této práce, která proměňuje běžný systém evidence v inteligentní a automatizovaný systém řízení provozu. Implementována je pouze řídicí část skladového hospodářství a další části jsou předmětem navazujícího vývoje. Postupně vznikla myšlenka řešení vydaných doporučení formou binárního stromu, kdy se uživatel rozhoduje, zda akci provede, a na základě těchto okolností postupně otevírá návrhy z dalších úrovní stromu. Touto cestou by mohl vzniknout velice zajímavý systém automatizace výroby.

Vytvořený systém je aktuálně ve stavu prototypu a zatím nebyl nasazen do ostrého provozu. Neustále se validuje při sledování provozu pivovaru. Dá se předpokládat, že dokončením optimalizačního programu bude mít systém obrovský přínos pro mnoho malých pivovarů, jelikož informační systém sklídil spoustu pozitivních reakcí již ve fázi uživatelského testování. Předmětem dalšího vývoje je dokončení optimalizačního programu a pravděpodobné rozšíření o systémy fakturace, správu finančních toků a sudové hospodářství.

Literatura














- [1] The Chromium Projects [online]. Google, 2019. [cit. 2019-05-13].
URL <https://www.chromium.org/>
- [2] Co je GDPR? In: *Obecné nařízení o ochraně osobních údajů prakticky* [online]. Praha: Mgr. Eva Škorníčková, 2019. [cit. 10. 01. 2019].
URL <https://www.gdpr.cz/gdpr/>
- [3] *ERDPlus* [online]. 2016. [cit. 15. 01. 2019].
URL <https://erdplus.com/>
- [4] HELIOS [online]. Praha: Asseco Solutions, 2019. [cit. 2019-04-19].
URL <https://www.helios.eu/>
- [5] *World's oldest beer receipt?* [online], The Free Library, c2006, Datum poslední revize 2. 01. 2006. [cit. 9. 01. 2019].
URL <https://www.thefreelibrary.com/World%27s+oldest+beer+receipt%3F-a0141346971>
- [6] Czinkota, K.: *Japanese Distribution Strategy: Changes and Innovations*. Cengage Learning EMEA, 2000, ISBN 978-1-861-52535-2.
URL <https://books.google.cz/books?id=z2Yo9DyZcbcC>
- [7] Glaser, J. D.: *Secure Development for Mobile Apps: How to Design and Code Secure Mobile Applications with PHP and JavaScript*. CRC Press, 2014, ISBN 978-1-482-20904-4.
URL <https://books.google.cz/books?id=cYHSBQAAQBAJ>
- [8] Hompel, M.; Schmidt, T.: *Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*. Springer Science & Business Media, 2006, ISBN 978-3-540-35220-4.
- [9] Minner, S.: *Strategic Safety Stocks in Supply Chains*. Springer Science & Business Media, 2000, ISBN 978-3-540-67871-7.
- [10] Roser, C.: The (True) Difference Between Push and Pull. In. *AllAboutLean* [online]. 2.6.2015. [cit. 2019-05-08].
URL <https://www.allaboutlean.com/push-pull/>

Příloha A

Obsah CD

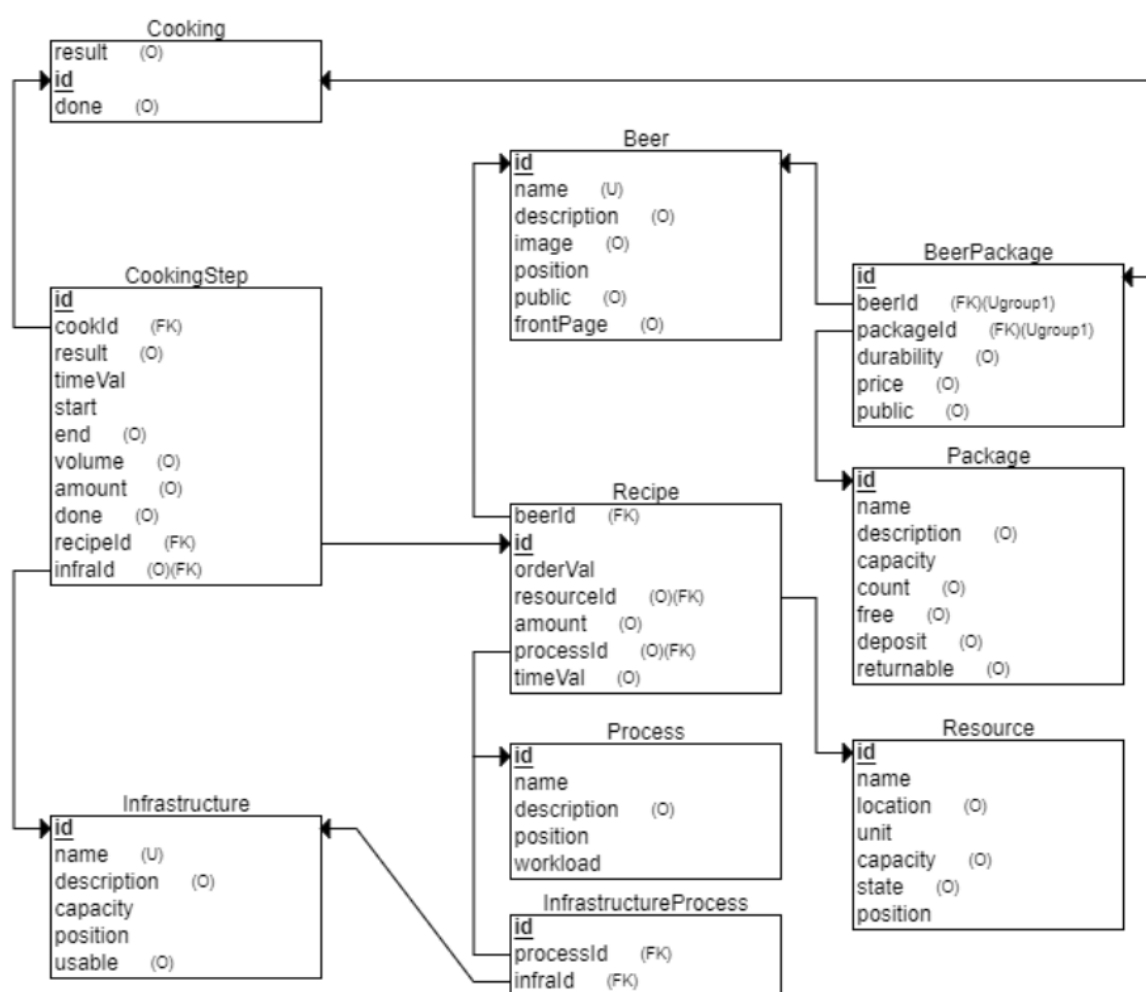
- **text/bp.pdf** písemná zpráva ve formátu PDF
- **text/latex/** zdrojové soubory písemné práce ve formátu \LaTeX
- **brewery/** adresář zdrojových souborů informačního systému

brewery/

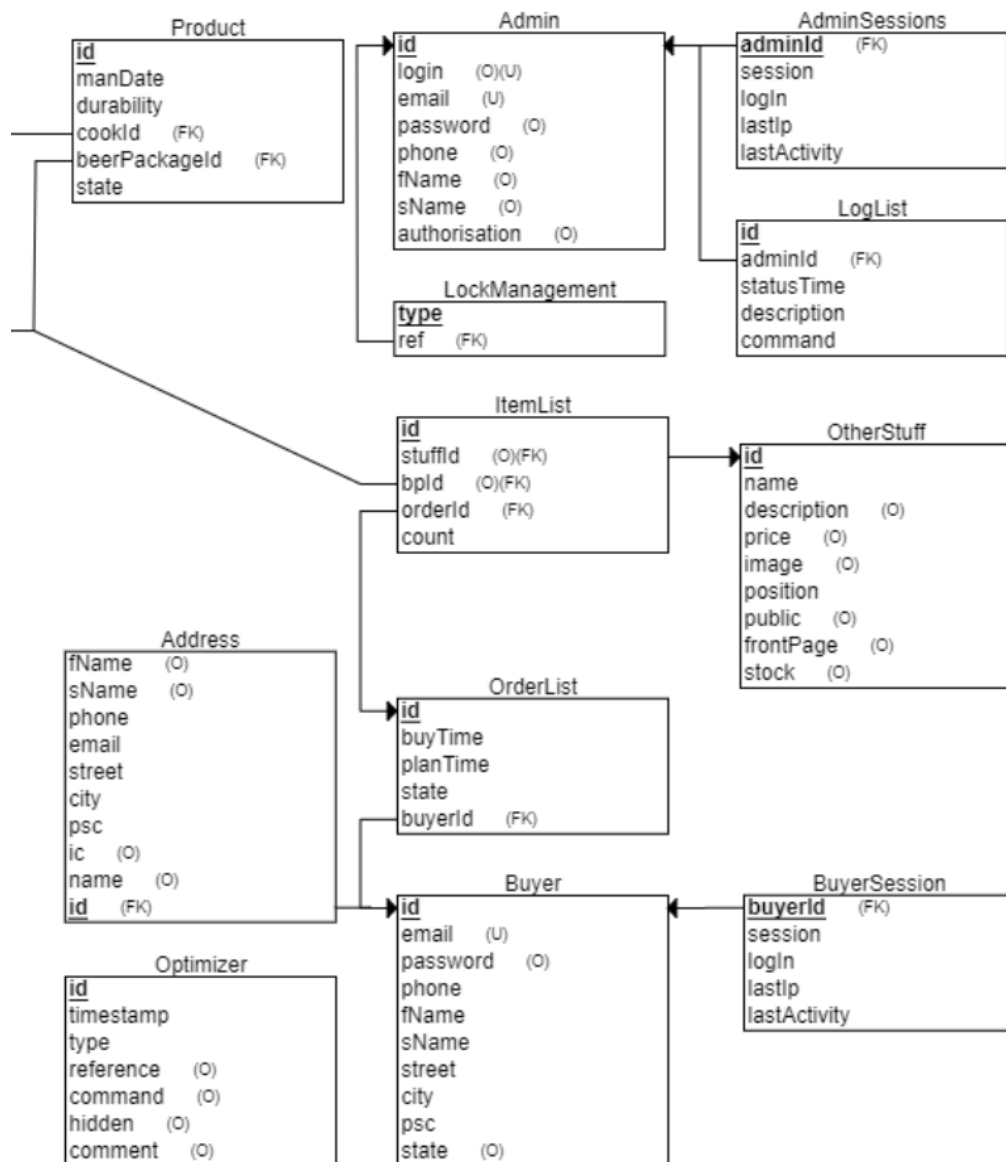
 _images/	adresář zdrojových obrázků
 bars/	pozadí barevných panelů
 controls/	ikony operací
 menu/	ikony nabídky
 _js/	adresář JS skriptů
 _php/	adresář PHP operací
 _styles/	adresář s kaskádovými styly
 _import/	napojovací moduly pro externí weby
 content/	generátory obsahu
 eshop/	prototyp prostředí elektronického obchodu
 styles/	externí styly
 optimizer/	adresář s optimalizátorem
 uploads/	cílový adresář pro nahrávání obrázků
install.php	stránka pro instalaci
README	manuál k instalaci

Příloha B

Entity-Relationship diagram



Obrázek B.1: ER diagram kompletní - levá strana



Obrázek B.2: ER diagram kompletní - pravá strana

Příloha C

Snímek ze systému

Nástěnka

Návrh akcí Hledat optimalizace

DATUM	POPIS	Zrealizovat	Skrýt	Ignorovat
15. 05.	Stav vstupní suroviny Chmel2 je kritický. Je doporučeno naskladnit 3.4 kg.			
15. 05.	Stav vstupní suroviny Slad klesne na kritický stav za 4 dny. Doporučeno naskladnit dalších 255 kg.			
15. 05.	Stav vstupní suroviny Chmel1 klesne na kritický stav za 4 dny. Doporučeno naskladnit dalších 3.4 kg.			

Výroba Naplánovat vaření

VÁRKA	DRUH	ZAŘÍZENÍ	UVAŘENO ZA	STAV
06. 04. 2019	Světlý ležák 11*	Ležácký tank 1	1 den	Probíhá
15. 05. 2019	Světlý ležák 12*	Ležácký tank 4	28 dní	Probíhá
06. 05. 2019	Světlý ležák 11*	Kvasná kád 1	29 dní	Probíhá
14. 05. 2019	Gaston 13*	Varna	37 dní	Vyžadována akce
20. 05. 2019	Světlý ležák 12*		41 dní	Naplánováno

Nevyužitá infrastruktura Skladové hospodářství Přidat surovinu

NÁZEV	SUROVINA	SKLADEM	POŘADÍ	OPERACE
Ležácký tank 2	Slad	38.75% (310 kg)	▼	+ / ✎ / 🗑
Ležácký tank 3	Chmel1	32% (3,2 kg)	^ ▼	+ / ✎ / 🗑
Ležácký tank 5	Chmel2	51.5% (5,15 kg)	^ ▼	+ / ✎ / 🗑
Kvasná kád 2	Kvasnice	60% (30 l)	^	+ / ✎ / 🗑
Stáčecí tank				

Obrázek C.1: Snímek úvodní obrazovky s návrhy akcí a procesem výroby